

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA



CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DEL CORREDOR INDUSTRIAL TOLUCA - LERMA

T E S I S

Que para obtener el Título de  
Q U I M I C O  
P r e s e n t a

AGUSTIN LORENZO ROJAS SANTAMARIA

México. D. F.

1977



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE QUÍMICA

CLAS. Fesii 351  
ADQ. 1977  
FECHA 7 5 77  
PROC. 7 5 77



RELAZIONES QUÍMICAS ENTRE LOS ELEMENTOS  
DEL SISTEMA PERIÓDICO DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS



QUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE QUÍMICA

RELAZIONES QUÍMICAS ENTRE LOS ELEMENTOS

QUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: ING. JORGE SPAMER GARCIA CONDE  
V O C A L: DRA. ALICIA BENITEZ DE ALTAMIRANO  
SECRETARIO: ING. GUILLERMO JOSE VALENZUELA  
1er. SUPLENTE: PROF. CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO  
2do. SUPLENTE: PROFA. MARTHA RODRIGUEZ PEREZ

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: LABORATORIO MOVIL DE TOLUCA

SUSTENTANTE: ROJAS SANTAMARIA AGUSTIN LORENZO

ASESOR DEL TEMA: ING. GUILLERMO JOSE VALENZUELA

ASESOR TECNICO: ING. ALFONSO HERNANDEZ CUETO



A la memoria de mi abuelita

Sra. Cecilia Reyes de Santamaría

A mi madre:

Sra. Eulalia Santamaría Reyes

por su inagotable dedicación

para forjar de mi ser un hom-

bre útil a la sociedad.

A mi esposa Gemima y a mis

hijos Elizabeth y Octavio.

A mis tíos, a

mis primos y -

sobrinos.

Al Ing. Alfonso Hernández Cueto  
Como reconocimiento a su labor  
de Asesor Técnico y a sus ines-  
timables indicaciones y sugere  
ncias para el desarrollo de este  
trabajo.

Al Ing. Felipe Pérez Nájera y al  
Ing. Saúl Traconis

A mi Asesor

Sr. Ing. Guillermo José Valenzuela  
con agradecimiento por su colabo-  
ración para la realización de es-  
ta tesis.

Y a la Dra. Alicia Benitez y Alta-  
mirano.

A mis compañeros y amigos.

A mi Universidad y a mis  
profesores, que con sus  
enseñanzas me hicieron -  
un ser útil a la humani-  
dad.

Al Dr. Norberto Reyes  
por sus valiosos consejos.

A la memoria del  
Ing. Pablo Hope.

CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL  
CORREDOR INDUSTRIAL TOLUCA-LERMA.

- I. INTRODUCCION
- II. GENERALIDADES
- III. PROGRAMA DE MUESTREO
- IV. CARACTERISTICAS FISICO  
QUIMICAS Y BACTERIOLOGICAS
- V. EVALUACION Y CONCLUSIONES
- VI. BIBLIOGRAFIA

I N T R O D U C C I O N

Las  $\frac{3}{4}$  partes de la superficie terrestre se encuentra cubierta por agua; alrededor del 95% de esta cantidad se haya en el mar y el resto está repartida en las zonas glaciales, en capas de hielo, sobre la tierra en forma de ríos, lagos, arroyos, etc., y por aguas subterráneas, mismas que mantienen un equilibrio al llevarse a cabo un ciclo hidrológico: donde el agua del mar y la superficial se evapora después se condensa y regresa a la tierra en forma de lluvia, el ciclo se balancea cuando el agua de los ríos, arroyos, y las filtraciones de aguas subterráneas - regresan al mar.

Los recursos del agua sobre la superficie de la tierra son muy limitados porque existen grandes zonas desérticas, donde prácticamente no llueve y es difícil cualquier desarrollo del ser humano; por lo general, el hombre se ha concentrado en las zonas donde las lluvias son moderadas y se encuentra cerca algún cuerpo de agua, con el fin de satisfacer sus necesidades.

El ser humano en su afán de superarse, ha ocasionado grandes estragos en el medio ambiente; la construcción de grandes complejos industriales y la sobrepoblación de las principales ciudades de México, — han provocado fuertes problemas de contaminación en el agua, aire y suelo.

Actualmente se tiene mucho interés en resolver estos problemas, en especial la contaminación del agua, ya que las principales fuentes de abastecimiento no reúnen las características de calidad deseada porque — han sido tomadas como cuerpos receptores para las descargas de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales. Estas descargas han disminuído su calidad, repercutiendo en el habitante acuático y provocando una serie de enfermedades que son dañinas a la salud pública.

Uno de los principales problemas en México se presenta en la ciudad de Toluca, donde se encuentra localizado uno de los complejos industriales más grandes de la República, mismo que vierte sus descargas — de aguas residuales al río Lerma sin darles un tratamiento adecuado, ocasionando una alteración en sus características físicas, químicas y biológicas, hecho que lo imposibilita para su uso; éste río es fuente de abas—tecimiento para los sistemas de riego de esa zona, por lo que se conside—

ró importante hacer una caracterización de las condiciones actuales en que se encuentra el río Lerma y ver los efectos que provocan las descargas de aguas residuales domésticas e industriales que son vertidas por el corredor industrial a la altura del Km. 11.2 sobre la carretera.

El presente trabajo tiene como finalidad, crear conciencia a todos los industriales a fin de que hagan los tratamientos adecuados a sus aguas residuales antes de vertirlas a cualquier cuerpo receptor, - aplicándose los procesos físicos, químicos y biológicos para reducir - la contaminación y poder darles un reuso adecuado a estas aguas.



11.- G E N E R A L I D A D E S

II.I.- DESCRIPCION DE LA ZONA.

La zona de estudio tomando como referencia la ciudad de México se encuentra situada al oeste del Estado de México en la cuenca de la presa José Antonio Alzate.

La zona urbano industrial Lerma-Toluca se encuentra ubicada entre los municipios de Lerma y Toluca. La ciudad de Toluca es capital del Estado de México desde 1830; se asienta en el espacioso valle de México a sólo 65 Km al poniente de la ciudad de México y su altura es de 2,680 m sobre el nivel del mar, cuenta con una población aproximada de 325,000 habitantes, según el censo de 1970.

La ciudad de Lerma de Villada, se localiza en la antigua carretera México-Toluca, al oriente de la ciudad de Toluca a 25 Km tiene una población aproximada de 4,456.

## TOPOGRAFIA

El Estado de México se encuentra en la parte más alta de la meseta central y tiene tres sistemas orográficos.

El primero ubicado en la parte oriental del Estado, incluyendo la Sierra Nevado de Toluca que sirve de límite entre México, Puebla y Tlaxcala.

El segundo sistema montañoso es el del sur que se inicia en los montes de Ocuilán de Arteaga, los cuales al juntarse con el Nevado de Toluca se prolongan en las cercanías de Tenancingo.

El tercer sistema tiene una trayectoria de oriente a occidente y se inicia en la Sierra, uniéndose después al Ajusco, en territorio del Distrito Federal.

La zona del estudio esta constituida por la planicie formada por el valle de Toluca lugar donde nace el río Lerma, con cotas de -- 2,579 m sobre el nivel del mar; una superficie aproximada de 45 Km de -- longitud y 30 Km de ancho, encontrándose limitada por una zona montañosa que alcanza elevaciones hasta de 4,500 m en el nevado de Toluca. Por las condiciones naturales del valle, antes de llegar a Ixtlahuaca de Rayón se aprovecho un estrangulamiento de 7.5 Km para construirse la presa José Antonio Alzate.

## G E O L O G I A

En cuanto a los suelos en la zona del estudio, la geología corresponde al cenozoico predominado desde el "complejo de montaña" con la variante de Chestnut y los suelos negros de Chernozems que se encuentra en la parte central del valle de Toluca.

Se tienen suelos neutros y ácidos.

## C L I M A T O L O G I A

El Estado de México tiene clima variado tiene temperatura de 24.5°C y mínima de 1.2°C.

El clima frío es característico de las partes más altas

de la entidad sobre los macizos montañosos. El semifrío predomina en los valles altos principalmente en las inmediaciones de Toluca; en general - la temperatura media del estado es de 15° C con una precipitación plu - vial de unos 900 mm anuales.

Específicamente, en la zona bajo estudio predomina el clima semiseco con invierno seco-semifrío, sin estación invernal definida.

Se tienen las siguientes temperaturas promedio, máxima - 24.5°C, media 15°C y mínima de 1.2°C, con una precipitación pluvial de - 800 mm anuales.

#### Población y Actividades.

A continuación se muestra en la tabla No.1, donde se hace la clasificación de las diferentes actividades económicamente activas de la población en el municipio de Toluca Estado de México.

T A B L A No. I

<u>ACTIVIDADES</u>	<u>P OBLACION</u>	<u>PORCENTAJE %</u>
AGRICULTURA	14112	1 6
INDUSTRIAS DE PETROLEO O DERIVADOS.	423	.48
INDUSTRIAS EXTRACTIVAS	4410	5
INDUSTRIAS DE TRANSFORMACION	19404	22
CONSTRUCCION	6174	7
GENERACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA	2646	3

COMERCIO	10584	12
TRANSPORTES	3528	4
SERVICIOS	16758	19
GOBIERNO	4410	5
NO ESPECIFICADAS	5753	6.5
TOTAL	<u>88202</u>	<u>100</u>

## II.2.- CLASIFICACION DE LAS INDUSTRIAS.

Una de las fuentes principales de contaminación al río Lerma son las aguas residuales que conduce al corredor industrial Toluca-Lerma - que se encuentra localizado paralelamente a la carretera México-Toluca y - descarga al río Lerma en el Km 11.2. A este corredor vierten sus descargas 29 industrias y además recibe la descarga de un canal auxiliar donde vierten sus aguas 6 industrias. Para poder llevar a cabo la caracterización de las aguas residuales que conduce el corredor industrial, se hizo la localización de acuerdo a su naturaleza y al producto terminado.

Localización de las industrias que descargan sus aguas residuales al canal auxiliar y al corredor industrial Toluca-Lerma.

- 1.- Celanese Mexicana, S.A.
- 2.- Imperial Eastman, S.A.
- 3.- Fábricas de Van -Vien, S.A.
- 4.- Concretos del Centro, S.A.
- 5.- Gates Rubber de México, S.A.
- 6.- Sigma de México, S.A.
- 7.- Textiles Igueldo, S.A.
- 8.- Pfizer de México, S.A.

- 9.- Industrias Cotlán, S.A. .
- 10.- General Motors, S.A.
- 11.- Alpecolor, S.A. de C.V.
- 12.- Compañía Nestlé, S.A.
- 13.- Embotelladora Toluqueña, S.A.
- 14.- Electrónica, S.A. de C.V.
- 15.- Chrysler de México, S.A.
- 16.- Cervecería Cuauhtémoc, S.A.
- 17.- Fábricas Monterrey, S.A.
- 18.- Triplay Fabricado de México, S.A.
- 19.- Vehículos Automotores de México, S.A.
- 20.- Panamericana de Gernetina, S.A.
- 21.- Diacromex, S.A. de C.V.
- 22.- Ingeniería y Construcciones Hidráulicas, S.A.
- 23.- Lerma Textiles, S.A.
- 24.- Industria Molinera San Bartolomé, S.A.
- 25.- Productos de Mafz, S.A.
- 26.- Colorquín, S.A.
- \* 27.- Ritter de México, S.A. de C.V.
- 28.- Polioles, S.A. de C.V.
- \* 29.- Admex, S.A.
- 30.- Adhesivos Resistol, S.A.
- \* 31.- Warner Jenkinson, S.A. de C.V.
- 32.- Tisamex, S.A.
- \* 33.- Ingsam, S.A.
- \* 34.- Citizen de México, S.A.
- \* 35.- Dart Tupper Ware, S.A.

(\* ) Descargan en el canal auxiliar.

La clasificación que se hizo a las industrias fué de acuerdo a su naturaleza y al producto terminado, quedando de la siguiente manera:

- a).- Fermentación
- b).- Alimentación
- c).- Automotriz
- d).- Textil
- e).- Curtidoras
- f).- Fundición
- g).- Química

La Industria de Fermentación.- Aquí se clasifican aquellas industrias que usan como materia prima microorganismos que los dejan reposar durante su proceso.

Los ejemplos más representativos de las industrias de fermentación son las cerveceras, destilerías y las que fabrican alcohol.

Las características físico-químicas que presentan las descargas de aguas residuales de éstas industrias son: malos olores, color materia flotante y valores elevados de turbiedad, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), alcalinidad, dureza, ST, SST, STV, Sse, elevadas.

Industria Alimenticia.- Se incluyen a las industrias embotelladoras, empacadoras de carne, de conservas, etc., siendo sus descargas de aguas residuales muy complejas, ya que presentan concentraciones altas de ST, STV, DBO, grasas y aceites; dan mal aspecto porque tienen bastante materia flotante, olor, color y tienen una variación marcada de pH.



Industrias Automotrices.- En el complejo industrial de Toluca se encuentran instaladas 3 de las compañías armadoras más grandes de la República, por lo que sus aguas residuales se pueden considerar de las más peligrosas para descargarlas a un cuerpo receptor sin haberles practicado un tratamiento previo y adecuado.

Es común que este tipo de agua residual contenga elevadas concentraciones de ácidos y metales pesados por lo que su actividad contaminante puede ser muy peligrosa para la vida acuática, para los microorganismos y en ocasiones puede provocar la esterilidad de los suelos.

Industria Textil.- Por los diferentes procesos practicados en la elaboración de sus productos originan una agua residual que contienen bastante materia orgánica, grasa, materia flotante, detergentes, anilinas, tintes, etc., dando lugar a malos olores, mal aspecto y los sólidos suspendidos en algunas ocasiones son tóxicos.

Industrias Curtidoras.- Estas industrias trabajan grandes cantidades de pieles, taninos, ácidos, blanqueadores, alcalis y tintes. La actividad contaminante de sus aguas residuales es muy peligrosa para la salud provocada por la variación de pH, las concentraciones elevadas de DBO, DQO, ST, SST, color, mal olor, materia flotante de nitrógeno amoniacal y de las sales de cromo ó taninos.

Industrias de Fundición.- Sus aguas residuales contienen concentraciones altas de carbón fino, metales (en especial de fierro, cobre, - plomo) y con pH muy ácidos, por lo que éstas aguas son muy tóxicas y no pueden ser empleadas ni para riego ya que los metales se acumulan en frutas y legumbres, que al ser consumidas por el ser humano provocan fuertes intoxicaciones ya que éstos metales son acumulativos.

Industria Química.- La industria química, es una de las más complejas y por lo consiguiente las características que presentan sus aguas residuales son muy variadas. En general contienen grandes concentraciones - de materia orgánica disuelta, colorantes, grasas y aceites, DBO, DQO, materiales tóxicos, ST, SDT, SST, y variaciones bruscas de pH, y algunas ocasiones hasta residuos de pesticidas.

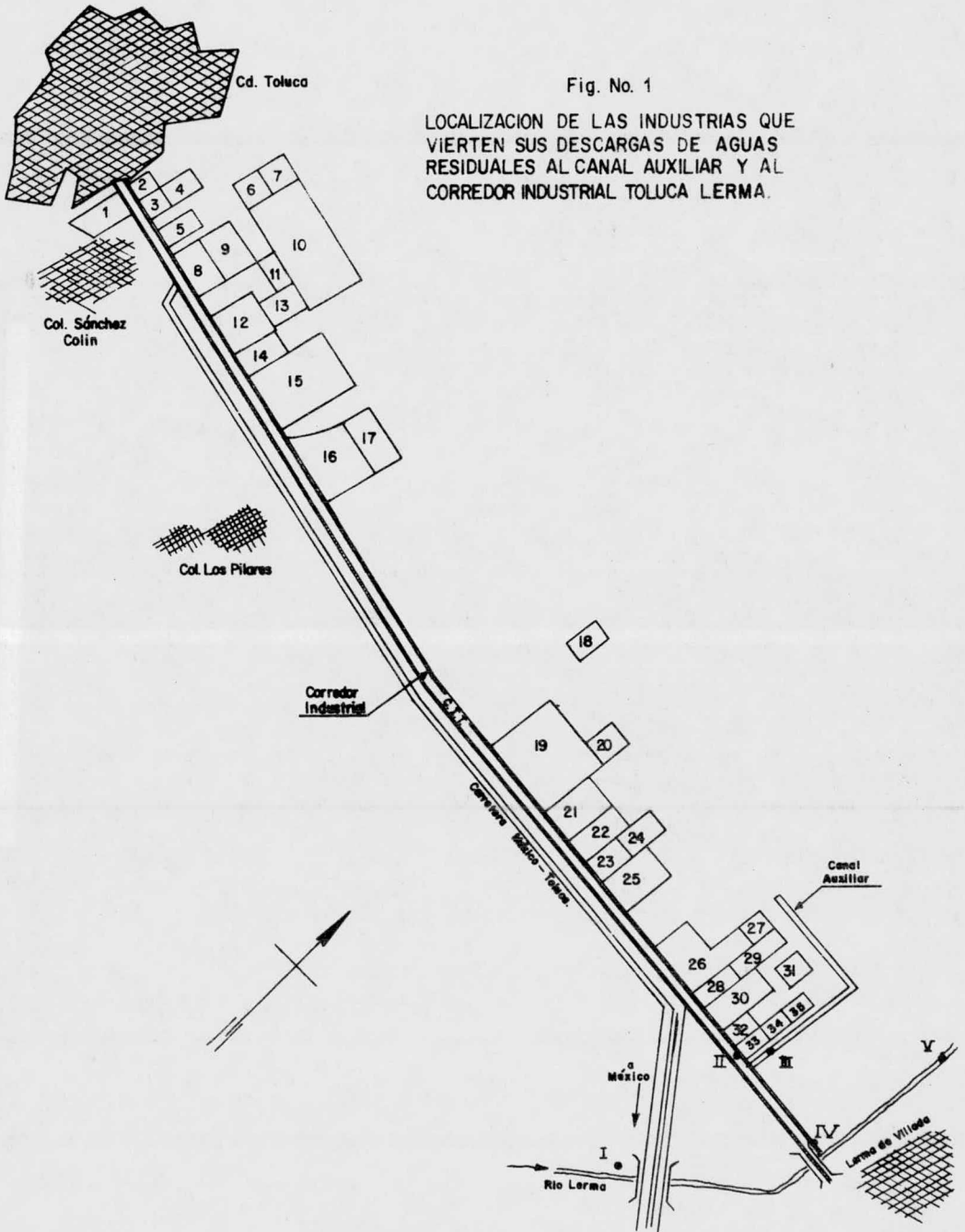


Fig. No. 1

LOCALIZACION DE LAS INDUSTRIAS QUE VIERTEN SUS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES AL CANAL AUXILIAR Y AL CORREDOR INDUSTRIAL TOLUCA LERMA.

400282



61060

III.- PROGRAMA DE MUESTREO

Se elaboró un programa de actividades para desarrollar este estudio (ver el cuadrado No.1).

III.1.- Localización de la zona de estudio después de hacer el reconocimiento de la zona.- Fueron localizadas 5 estaciones de muestreo (ver la fig. No.2), tomándose el siguiente criterio.

Para conocer las condiciones en que se encuentra el Río Lerma antes de recibir la descarga de aguas residuales del corredor industrial se fijó el puente sobre la carretera México-Toluca como la estación No.1

Es necesario conocer el comportamiento de las descargas de aguas residuales de 29 industrias que vierten sus desechos al corredor industrial, por lo que se estableció, este punto como la estación No.II.

Existen 6 industrias que vierten sus descargas de aguas residuales a un canal auxiliar, por lo que es necesario conocer sus características antes de unirse al corredor industrial, fijándose en éste punto la estación de muestreo No.III.

Para conocer las condiciones reales de las descargas de aguas residuales que conducen el colector industrial y el canal auxiliar, después de que se han mezclado perfectamente, fué seleccionada la estación de muestreo No. IV.

Una vez que las aguas residuales que conduce el corredor industrial han llegado al río Lerma, éste ha adquirido nuevas características que han deteriorado la calidad de sus aguas, por lo que fué seleccionada la estación No. V.

### III.2.- RECOLECCION DE LA MUESTRA

El muestreo viene a ser un factor de gran importancia en un estudio, porque de él depende la confiabilidad de los resultados que se obtengan en el laboratorio.

El muestreo puede clasificarse como:

a).- Muestra simple.- Es la recolección de una muestra por día en la estación seleccionada para su análisis de laboratorio.

b).- Muestra compuesta.- Se obtienen al mezclar diferentes volúmenes de muestra simple, recolectadas el mismo día a diferentes intervalos. Esta muestra proporciona el comportamiento real durante el día que se tiene del agua en estudio.

De acuerdo al programa de actividades para este trabajo se recolectaron 10 muestras simples cada 15 días en las 5 estaciones; comenzando el muestreo el 11 de junio de 1976 y terminó el 1º de octubre del mismo año.

#### III.2.1.- EQUIPO DE MUESTREO.

Se enumera el equipo, material y reactivos necesarios para llevar a cabo una selección correcta de cualquier muestra de agua.

#### III.2.-.- Equipo

- 1.- Molinete
- 2.- Muestreador Kemmerer
- 3.- Muestreador Winkler

### III.2.1.2.- MATERIAL

- 1.- Botellas de plástico de 2/l.
- 2.- Botellas para DBO de 300 ml.
- 3.- Botas de hule
- 4.- Cinta métrica
- 5.- Cuerda
- 6.- Cubeta de plástico
- 7.- Etiquetas
- 8.- Frasco de vidrio de boca ancha de 1/l.
- 9.- Frasco de vidrio de tapón esmerilado de 125 ml.
- 10.- Guantes de hule
- 11.- Hojas de reportes (para muestreo)
- 12.- Hielera
- 13.- Mascarilla
- 14.- Marcador
- 15.- Matraz erlenmeyer de 250 ml.
- 16.- Papel pH
- 17.- Pipetas serológicas de 10 ml.
- 18.- Pipetas volumétricas
- 19.- Pinzas para bureta
- 20.- Regla
- 21.- Soporte Universal
- 22.- Tina de plástico

### III.2.1.3.- REACTIVOS

- 1.- Acido clorhídrico
- 2.- Acido sulfúrico
- 3.- Almidón
- 4.- Alkali yoduro azida
- 5.- Agua destilada
- 6.- Tiosulfato de sodio
- 7.- Sulfato manganoso



### III.3.- DETERMINACION EN EL CAMPO

Existen algunas determinaciones analíticas que tienen que determinarse en el campo debido a que sufren cambios muy marcados a medida que transcurre el tiempo.

Los análisis que se realizan en el campo fueron:

- a).- Temperatura
- b).- Potencial hidrógeno
- c).- Oxígeno disuelto
- d).- Color

III.3.1.- Temperatura.- Es un parámetro de gran importancia que debe determinarse en el campo, puesto que indica el tipo de reacción bioquímica que se lleva a cabo en el seno del líquido, de esto se induce que influye directamente en los procesos de autopurificación de las aguas, afectando la flora y fauna. Además, determinará el porcentaje de saturación del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua.

III.3.2.- Potencial hidrógeno (pH).- El pH indica la acidez o alcalinidad del agua; cuando hay variaciones marcadas de pH se puede ocasionar la desaparición de la vida acuática y la esterilidad general en las corrientes naturales al inhibirse la actividad de los microorganismos esenciales en los procesos de aguas residuales.

III.3.3.- Oxígeno disuelto (OD).- Este parámetro es necesario para la evaluación de la calidad del agua, porque determina las características biológicas indicando el tipo de organismos (aerobios o anaerobios de esta) que se encuentran presentes.

III.3.4.- Color.- Es una determinación de gran importancia, e indica que cuando las aguas son claras, permiten el paso de la luz solar, llevándose a cabo el fenómeno de la fotosíntesis, ayudando a la reoxigenación del agua y a mantener las condiciones óptimas para el desarrollo de los seres vivos.

Cuando las aguas son turbias o coloreadas, indican la presencia de algunas descargas de aguas residuales que son nocivas para el desarrollo y pueden alterar significativamente tanto en el aspecto de pesca, turísticos o de abastecimiento.

#### IV.- PRESERVACION DE LAS MUESTRAS

Una vez que las muestras de agua fueron recolectadas, se preservaron para mantener sus características físicoquímicas originales, ya que durante su traslado al laboratorio o para su análisis sufren variaciones considerables en su concentración.

Se anexa el cuadro No.2 donde se está especificada la forma en que fueron preservadas las muestras de aguas para su análisis en laboratorio.

CUADRO No.2

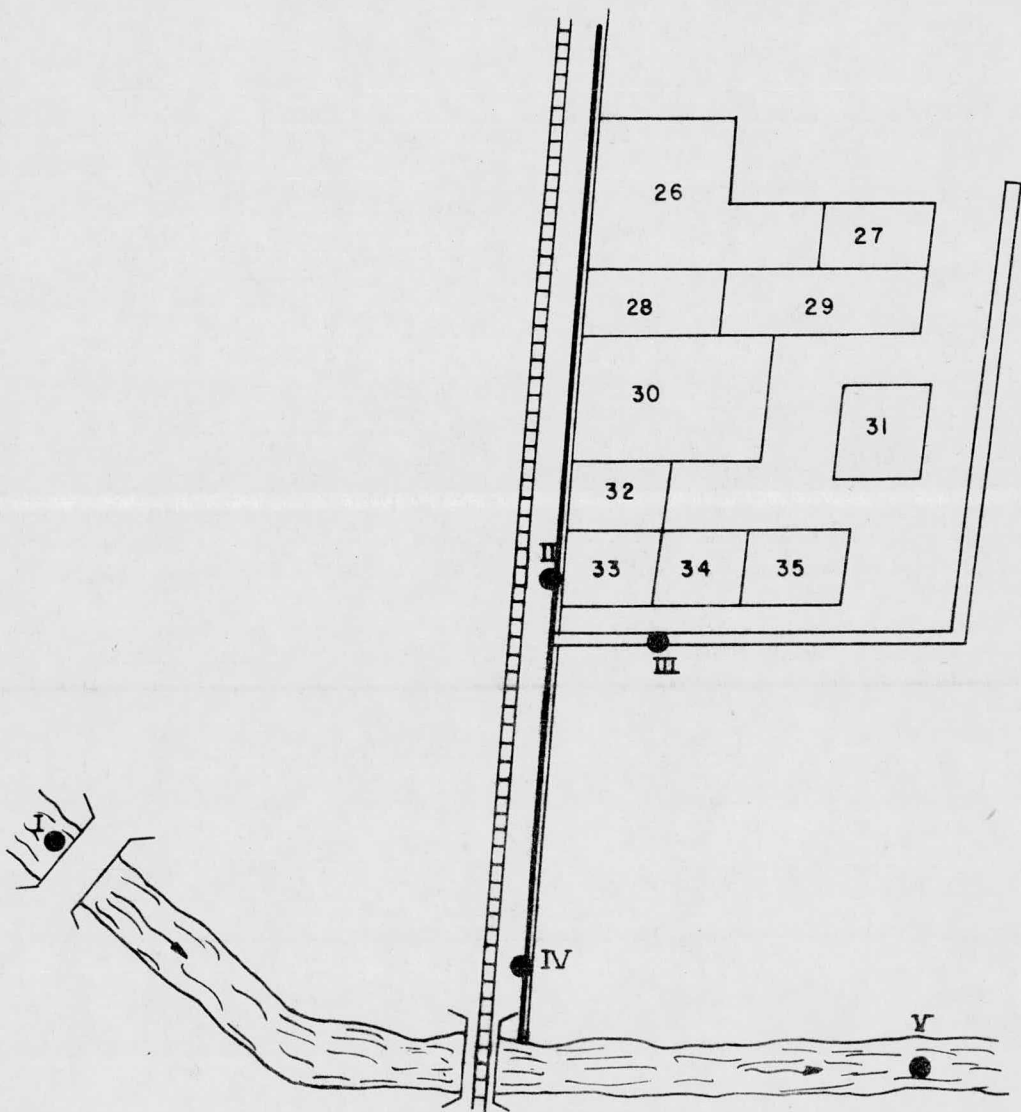
PRESERVACION E INTERFERENCIAS QUE SE PRESENTAN EN LOS ANALISIS QUE SE DETERMINARON EN EL ESTUDIO.

DETERMINACION ANALITICA	PRESERVACION	INTERFERENCIAS
COLIFORMES	Esterilizar el frasco, tapándolo con papel aluminio y 1 o 2 g de tiosulfato de sodio. Refrigeración a 4°C.	Almacenamiento por más de 8 horas, cloro residual.
DBO	Neutralizar el pH con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1N ó NaOH 1N; Refrigeración a 4°C	Acidez y alcalinidad
DQO	Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> para la precipitación de los halógenos o Refrigeración a 4° C.	Halógenos.
Grasas y Aceites	Adicionar 5 ml de HCl y refrigeración a 4° C.	Degradación de la materia orgánica por la acción bacteriana.
N <sub>2</sub> Todas sus Formas	Adicionar 40 mg de HgCl <sub>2</sub> ó 0.08 ml de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. refrigeración a 4°C.	Calcio, fosfatos, color, turbiedad, sulfuros, cloro residual, metales pesados y sólidos sedimentables.
OD	Baja temperatura y en obscuridad, adición de 0.7 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y 1 ml de NaN <sub>3</sub> por 300 ml de muestra.	Gran demanda de yodo.
PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Adición de Hg. metálico refrigeración a 4°C.	Dureza de calcio, color, turbiedad, SiO <sub>4</sub> <sup>-4</sup>
Sólidos todas sus Formas	Refrigeración a 4°C.	En condiciones anaerobias hay desprendimiento de materia orgánica.

Cuadro No. 1  
PROGRAMA DE ACTIVIDADES

FECHAS (1976)	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
	14 24 28	11 16 25	1 9 15 23 29	6 12 20 25	3 9 17 22	1 7 28
ACTIVIDADES						
RECOPIACION DE INFORMACION (Encuesta Industrial)						
LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO						
PROGRAMA DE MUESTREO						
ANALISIS EN EL LABORATORIO						
EVALUACION DEL ESTUDIO						

Fig. No. 2  
CROQUIS DE LOCALIZACION DE LAS  
ESTACIONES DE MUESTREO



IV

C A R A C T E R I S T I C A S

F I S I C O - Q U I M I C A S

B A C T E R I O L O G I C A S

El río Lerma recibe las descargas de aguas residuales de pequeñas poblaciones antes de llegar a la zona Lerma-Toluca y es ahí precisamente - donde sufre fuertes alteraciones en la calidad del agua, esto se debe al pequeño caudal que lleva el río el cual no alcanza a diluir el gasto conducido por el corredor industrial que es bastante considerable y hace que los - mecanismos de autopurificación del río Lerma sean insuficientes para mantenerse en condiciones óptimas, imposibilitándolo para satisfacer las necesidades de los habitantes de esa zona.

Para poder determinar la calidad del agua del río Lerma es necesario conocer sus características físico-químicas y bacteriológicas así como del corredor industrial y en base a ellas hacer una evaluación adecuada.

#### IV. 1.- CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS

Los análisis físico-químicos que se determinaron en el laboratorio fueron:

- 1.- Sólidos en todas sus formas
- 2.- Demanda bioquímica de oxígeno
- 3.- Demanda química de oxígeno
- 4.- Nitrógeno en diferentes compuestos
- 5.- Fosfatos
- 6.- Grasas y aceites

##### IV. 1.1.- SOLIDOS

La determinación de los sólidos en el laboratorio se hace para determinar la concentración de materia orgánica e inorgánica que se encuentra presente en una muestra de agua.

Los sólidos se encuentran en la naturaleza como:

- 4.2
- a) Suspendidos
  - b) Disueltos
  - c) Sedimentables

Se conoce como sólidos totales, (ST), al material que queda en un recipiente previamente tarado después de evaporar y secar una muestra de agua a 105°C.

Los sólidos suspendidos totales, (SST), es el material retenido por un filtro después de haberse filtrado una muestra de agua, y es un parámetro de gran importancia porque en aguas contaminadas y residuales, nos de termina las eficiencias de las unidades de tratamiento.

Los sólidos disueltos totales, (SDT), son las sales minerales di sueltas en una muestra de agua.

Los sólidos sedimentables, (SSe), son todos aquellos sólidos sus pendidos que sedimentan por gravedad, en otras palabras, son los sólidos - gruesos que tienen una gravedad específica mayor que la del agua.

Para conocer la cantidad de materia orgánica presente en una - muestra de agua se tiene que efectuar una combustión a 550° donde la mate - ria orgánica se transforma en dióxido de carbono y agua, por tanto, la des composición de las sales inorgánicas existentes es insignificante.

A los sólidos que quedan como residuos después de la calcinación se les llama sólidos fijos y son: STF, SSF y SDF mientras que los sólidos que se descomponen en dióxido de carbono y se volatilizan se conocen como sólidos volátiles y son STV, SSV y SDV. Haciendo un balance de materia se tendrá que:

$$ST = STF + STV$$

$$SST = SSF + SSV$$

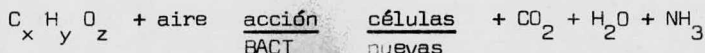
$$SDT = SDF + SSV$$



#### IV.1.2.- Demanda Bioquímica de Oxígeno.

La determinación de la demanda bioquímica de oxígeno, (DBO), es una de las pruebas analíticas más importantes en contaminación de aguas, ya que nos va a indicar la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar a la materia orgánica por medio de una población microbiana heterogénea en condiciones aerobias.

La degradación de la materia orgánica efectuada por los organismos aerobios es llevada hasta una oxidación completa, es decir, a bióxido de carbono agua y amoníaco.



Para la oxidación biológica completa de la materia orgánica se requiere de un tiempo infinito, pero para los fines prácticos, la reacción se puede llevar a cabo en 20 días, período que es todavía muy grande; pero en experiencias encontradas en los laboratorios de calidad de aguas y aguas de desecho de los Estados Unidos de Norteamérica, se ha visto que al quinto día, se logra una oxidación del 70 al 80% de la materia orgánica presente en la muestra de agua; por consiguiente el período de 5 días de incubación (DBO<sub>5</sub>) se ha aceptado como regla.

La cantidad de oxígeno requerido para la estabilización de la materia orgánica se determina en forma práctica, por la diferencia de oxígeno disuelto inicial y el oxígeno disuelto al cabo de 5 días de incubación a 20°C. El cálculo de la DBO<sub>5</sub> se determina mediante la siguiente expresión.

$$DBO_5 = \frac{O_{Di} - O_{D_5}}{\% \text{ de dilución}}$$

#### IV. 1.3.- Demanda Química de Oxígeno.

La demanda química de oxígeno (DQO) es un análisis que se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica presente en una muestra de agua capaz de ser oxidada por la acción de fuertes agentes oxidantes bajo condiciones ácidas.

En esta determinación la materia orgánica es convertida a bióxido de carbono y agua haciendo caso omiso de la asimilación biológica de las sustancias.

Por ejemplo la glucosa y la lignina son óxidadas completamente, dándo como resultados que la DQO sea mayor que la DBO, a excepción cuando los desechos contienen solo alimento orgánico fácilmente degradable y no materia en este caso la  $DBO_5$  será mayor que la DQO. (porque muchos compuestos orgánicos no son oxidados por DQO)

En base a esto, no es posible establecer una relación fija entre la DQO y la  $DBO_5$  antes de que una muestra dada haya sido determinada por ambos parámetros.

Como en todos los análisis químicos, ésta determinación tiene sus ventajas y desventajas y una de sus limitaciones es la incapacidad para diferenciar la materia orgánica biológicamente oxidable de la materia orgánica inerte, sin embargo, su mayor ventaja es la rapidez con que se efectúa, ya que se necesitan como máximo 3 horas para su valoración, en lugar de los 5 días que se requieren para medir a la  $DBO_5$ .

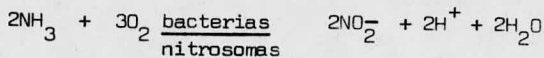
#### IV.1.4.- Nitrógeno.

El nitrógeno es un elemento muy importante por las propiedades que tiene como nutriente, sobre todo porque las aguas residuales lo contienen en grandes cantidades en forma de nitrógeno orgánico, proteico, amoniacal,

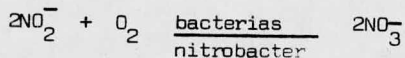
etc., éstas altas concentraciones pueden provocar en los cuerpos receptores alteraciones en el desarrollo del habitat de los cuerpos de agua.

Los diferentes cambios de oxidación que sufre el nitrógeno los producen diferentes bacterias de acuerdo a las condiciones (aerobias o anaerobias) que prevalezcan en ese medio.

Las bacterias nitrificantes y las nitrosomas en condiciones aerobias convierten al amoniaco en nitritos y aprovechan la energía generada en esta oxidación.

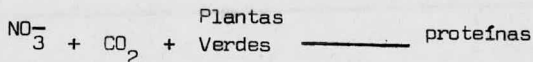


Los nitritos son oxidados a nitratos por las bacterias nitrobacter.

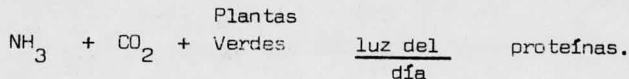


Mientras que en condiciones anaerobias se lleva a cabo la desnitrificación o sea la reducción de los nitratos y nitritos.

De las diferentes formas en que se encuentra el nitrógeno, la de nitratos es la que más se aprovecha como fertilizante porque las plantas lo utilizan en las síntesis de proteínas.



Cabe mencionar también, que los compuestos de amonio abastecen de nitrógeno amoniacal a las plantas las que producen proteínas.



En el laboratorio se hace la determinación del nitrógeno amonia cal por el método de destilación Kjeldhal; la cuantificación se hace volumétri camente usando ácido sulfúrico diluido y un indicador mixto:

La fórmula empleada fué:

$$\text{mg/l N -NH}_3 \quad \frac{(A-B) \text{ NH}_2 \text{ SO}_4 \times \text{Eq N}_2 \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

donde

A = ml de H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> empleados en la titulación de la muestra de agua.

B = ml de H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> empleados en la titulación de una muestra testigo en este caso se uso (agua destilada).

En la determinación de nitrógeno orgánico se incluye el nitró-geno de los aminoácidos, aminas, amidas, nitroderivados y proteínas. Como es-tos compuestos se derivan del amoniaco en la determinación analítica, se tiene que hacer la reducción de la materia orgánica para transformar todo el nitróge no presente en ión de amonio y se pueda determinar posteriormente como amonia-co, con hidróxido de sodio por el método de destilación Kjeldhal.

El nitrógeno de nitratos se determina por el método del sulfato de brucina, donde éste reacciona con los iones nitratos para formar un nitrode rivado el cual en medio ácido sufre un rearrreglo molecular y formándose un com plejo amarillento, que es cuantificado colorimétricamente.

La fórmula empleada para su cálculo es:

$$\text{mg/l N - NO}_3 \quad \frac{\text{mg NO}_3^- \text{ (gráfica)} \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

#### IV.1.5.- F O S F A T O S

El fósforo se encuentra en las aguas naturales en forma de ortofosfatos y polifosfatos. El fósforo, al igual que el nitrógeno, son elementos esenciales para el crecimiento de los organismos.

El exceso de fósforo en el agua provoca el crecimiento acelerado de algas y lirio acuático, que provoca cambios ecológicos desfavorables en los cuerpos de agua, ya que ocasiona el abatimiento del oxígeno disuelto, causándose el desprendimiento de malos olores y la sedimentación de lodos bajo condiciones anaerobias.

La determinación se lleva a cabo por el método de extracción del cloruro estanoso. Como los ortofosfatos en general, son los compuestos más solubles del fósforo se tiene que hacer una hidrólisis en medio ácido para provocar el desdoblamiento de los fosfatos y polifosfatos presentes en la muestra de agua, después se hace la oxidación de todas las sales de fósforo que son reducidas con la adición del cloruro estanoso formándose un complejo de color azul cuantificándose colorimétricamente.

La fórmula empleada es:

$$\frac{\text{mg/l } \text{PO}_4^{3-} \text{ (gráfica)} \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

#### IV.1.6.- G R A S A S Y A C E I T E S

Las grasas y aceites, por su densidad específica (menor que la del agua), se encuentran en la superficie del cuerpo de agua provocando serios problemas para la salud pública (mal olor y sabor); además impiden que se -

lleve a cabo el fenómeno de la fotosíntesis y a consecuencia de esto puede haber un abatimiento de oxígeno que es perjudicial para el desarrollo de la flora y fauna acuática.

También se conocen como grasas y aceites a los compuestos de ácidos grasos (hidrocarburos), que son nocivos para el habitat acuático por ser tóxicos.

En grandes concentraciones, las grasas y aceites llegan a modificar la impermeabilidad de los suelos.

En el laboratorio las grasas y aceites se determinan por el método de extracción Soxhlet. Para este análisis la muestra de agua se prepara desde su recolección en el campo, donde se preserva con la adición de ácido clorhídrico con el fin de inhibir la acción bacteriana y el doblamiento de los compuestos grasos, ya en el laboratorio la grasa se prepara de la muestra de agua por filtración y después se pasa en un cartucho de extracción donde se pone en contacto a reflujo con un disolvente orgánico y así es como se extraen las grasas presentes en la muestra de agua.

La cuantificación de las grasas y aceites se hace conforme a la siguiente fórmula:

$$\text{mg/l G y A} = \frac{(A-B) \times 10^6}{\text{ml muestra}}$$

A.- Peso del matraz después de haberse llevado a reflujo con muestra.

B.- Peso constante del matraz.

#### IV.1.7.- CARACTERISTICAS BACTERIOLOGICAS

##### III.C.- Grupo coliforme

Con la finalidad de garantizar la mayor calidad del agua destinada al consumo público se han establecido normas de calidad de carácter bacteriológico.

Bajo el aspecto bacteriológico es indispensable la elección de gérmenes indicadores de contaminación para la interpretación de la calidad de las aguas, así como, contar con las cepas adecuadas y los medios de cultivo indicados para que nos permitan conocer de cada indicador bacteriano la certidumbre de confianza necesaria.

Se han adoptado con carácter general el grupo de coliformes como el indicador tipo.

Se les llama coliformes a un conjunto de géneros de la familia enterobacteriaceas: Escherichia, Citrobacter, Klebsiella y Enterobacter, agrupando este último las bacterias denominadas aerobacter y cloaca, que tienen los siguientes caracteres generales: bacilos gram negativos, móviles o inmóviles además, están incluidos dentro del grupo coliforme, todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos gram negativos no esporulados que fermentan la glucosa generalmente con producción de ácido y gas a una temperatura de 35 a 37°C en menos de 48 horas.

Existen gérmenes indicadores de contaminación fecal. El mayor peligro que puede presentarse en el agua de consumo es el debido a las aguas residuales que contienen excrementos humanos y materias de origen animal.

Cuando la contaminación ha sido provocada por gérmenes patógenos provocando enfermedades infecciosas, como fiebre intestinal o disentería, el agua se convierte en un vector propicio para el desarrollo de los microorganismos los cuales dependiendo de sus características podrán causar graves problemas de salud.

Resumiendo las siguientes condiciones que debe reunir un organismo guía son las siguientes:

- I.- Estar presentes siempre que lo estén los gérmenes patógenos.
- II.- Encontrarse en número muy superior al de las bacterias patógenas.
- III.- Reaccionar de la misma manera y en el mismo grado frente a las condiciones ecológicas del medio hídrico natural.
- IV.- Ser más resistentes que las bacterias patógenas a los procesos de depuración y esterilización, por lo cual serán igualmente útiles en aguas naturales y tratadas.
- V.- Determinarse mediante análisis relativamente sencillos, rápidos y económicos.
- VI.- Su desarrollo en medios de cultivo artificiales deberán producirse sin ser interferidos por la presencia de otras especies.

Para la determinación de organismos indicadores de contaminación en el laboratorio, existen dos métodos, que son aplicados para el análisis de cualquier tipo de agua potable, residual, tratada, etc.

- a).- Método de los tubos múltiples
- b).- Filtración por membrana.



V .- EVALUACION Y CONCLUSIONES

- 1.- Analizando los resultados obtenidos en los cuadros (I, II, III, IV y V) se pueden observar las características químicas, físicas y bacteriológicas de la zona en estudio encontrándose que la estación No.IV afecta considerablemente la calidad del agua del río Lerma ya que provoca cambios considerables en sus características originales.
- 2.- Las características físicas y químicas encontradas en el campo de las estaciones de control se presentan en los cuadros (VI, VII, VIII, IX y X); determinándose que el volumen de agua que conduce al corredor industrial Lerma-Toluca es bastante considerable para el caudal que contiene el río Lerma.
- 3.- En los cuadros (XI, XII, XIII, XIV y XV) se indican las concentraciones mínima, máxima y media de las estaciones de control; hallándose en algunos casos que las concentraciones exceden los valores estipulados por el reglamento para la prevención y control de la contaminación del agua.

Con los datos así obtenidos se prosigue a efectuar la evaluación de las estaciones de control de la zona en estudio.

- 4.- Temperatura.- A lo largo del período en estudio se determinaron temperaturas máximas de 25° C y mínimas de 13° C, que están dentro de lo permisible por lo marcado en el reglamento el cual indica como temperatura máxima 35°C.

- 5.- Potencial de hidrógeno, pH.- En la estación No. IV se presentaron las variaciones más significativas de este parámetro las cuales son de 2.1 a - 7.4 de pH; esto se debe principalmente a la complejidad de las descargas. El reglamento marca un ámbito de 4.5 a 10.0 de pH.
- 6.- Oxígeno disuelto, OD.- La concentración de OD en la estación de control No. IV, se observa en un ámbito de valores de 0.0 a 1.7 mg/l, por lo que se encuentra por abajo de lo permisible que marca el reglamento que es de 4.0 mg/l. Con la ausencia de oxígeno disuelto se provocan condiciones anaerobias y la esterilidad del cuerpo de agua impidiéndose de esta manera el desarrollo de habitat acuático, con el consiguiente cambio ecológico del sistema.
- 7.- Grasas y Aceites, G y A.- En la estación número IV se determinaron valores que exceden a las normas establecidas por el reglamento que es de 70 mg/l; se obtiene un valor máximo de 374 mg/l; siendo el comportamiento promedio a lo largo de estudio de 109 mg/l, con estas concentraciones las aguas del río Lerma adquieren condiciones tóxicas para los habitantes de la zona ya que el hacer la descomposición biológica de las grasas y aceites se provocan malos olores y la impermeabilidad de las áreas de cultivo.
- 8.- Las concentraciones de materia orgánica e inorgánica que están alterando el ecosistema se representan por las determinaciones de la DQO y DBO, donde son observados los valores promedios en el río Lerma después de haber recibido la descarga del corredor industrial de 640 mg/l y 478 mg/l, respectivamente.

Esta zona del Estado de México es agrícola y emplea las aguas que conduce el río Lerma como sistema de riego; las normas que marca el reglamento para uso agrícola nos dice que no debe excederse de 100 mg/l. Hasta el momento no se tiene una variación permisible de la concentración de la demanda química de oxígeno, pero es obvio que con los valores encontrados se comprende que existen grandes concentraciones de materia orgánica e inorgánica que pueden ser dañinas a la salud pública.

9.- Los valores promedios obtenidos de fósforo y nitrógeno durante el estudio son respectivamente de 5.6 y 7.6 mg/l.

Las normas marcan para fósforo y nitrógeno un intervalo de 0.3 y 0.1 mg/l.

Estas descargas de nutrientes de fósforo y nitrógeno en el río Lerma ha traído como consecuencia serios desequilibrios en el sistema biótico, principalmente lo que se refiere al exceso de crecimiento en plantas acuáticas como el lirio, tule, etc., en el vaso de la Presa Jose Antonio Alzate lo cual ha provocado grandes pérdidas de agua almacenada por la evaporación y transpiración de las plantas acuáticas.

10.- El número más probable NMP, de coliformes fecales que se determinó es de 130 a 1,400,000 NMP/100 ml.

El reglamento marca un máximo permisible de 1000 NMP/100 ml, ya que con estas concentraciones se puede provocar grandes infecciones gastrointestinales que afectan al ser humano y en determinado momento pueden ser mortales, por esto es necesario tener un control estricto sobre la calidad del agua para uso agrícola.

## CONCLUSIONES:

El desarrollo industrial que se tiene en el Estado de México en especial la zona Toluca-Lerma y la escasez de agua potable hace de vital importancia la necesidad de desarrollar programas de trabajo sobre la investigación y construcción de los distritos de control o plantas de tratamiento de aguas residuales industriales y municipales para que de esta manera se trate de mantener un equilibrio en los mantos freáticos de la zona.

Con la construcción de los distritos de control también se debe preservar la calidad de las aguas del río Lerma y de esta forma propiciarse el desarrollo del hábitad acuático.

A los industriales les conviene la creación de los distritos de control ya que mantendrán dentro del reglamento de prevención y control de la contaminación de aguas sus descargas residuales y además, de acuerdo al tratamiento que apliquen a sus aguas residuales, será la reutilización que les den a sus desechos.

Cuadro No. IRESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS  
EN LA ESTACION I

FECHA		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
		11	25	9	23	6	20	3	17	1	
G y A	mg/l	41	2	2,6	5,3	1,5	2,4	0,4	8,9	3,7	
DBO <sub>5</sub>	mg/l	50	37,8	32	36	14	30	36	23,5	12,2	
DQO	mg/l	200	103	78	98	75	59	70	77	40	
PO <sub>4</sub> <sup>≡</sup> tot.	mg/l	0,6	0,8	1,0	0,52	0,40	0,58	0,44	0,44	0,68	
N <sub>2</sub> NH <sub>3</sub>	mg/l	5,9	1,6	0,8	,05	1,8	1,0	2,0	2,5	5,0	
N <sub>2</sub> ORG.	mg/l	8,4	1,4	0,05	1,8	2,5	2,4	2,4	4,9	2,8	
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,84	0,32	0,3	0,2	0,2	0,3	0,15	0,25	,68	
ST	mg/l	606	356	450	700	360	308	915	292	460	
STF	mg/l	280	268	360	568	252	220	891	204	80	
STV	mg/l	326	88	90	132	108	88	24	88	380	
SST	mg/l	334	88	112	250	68	100	348	130	70	
SSF	mg/l	146	76	60	240	60	64	330	100	55	
SSV	mg/l	188	16	52	10	8	36	18	30	15	
SDT	mg/l	272	268	338	450	292	208	567	162	390	
SDF	mg/l	134	196	300	328	192	156	561	104	25	
SDV	mg/l	138	72	38	122	100	52	6	58	365	
SSe	ml/l	0,4	< 0,1	0,6	0,2	0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	0,1	
COL. FECALES	NMP/100ml	1,5x10 <sup>4</sup>	2,4x10 <sup>4</sup>	2400	2800	6,5x10 <sup>5</sup>	2,4x10 <sup>5</sup>	4600	2400	930	
COLIF. TOTALES	NMP/100ml	1,1x10 <sup>4</sup>	2,4x10 <sup>4</sup>	2400	2800	3x10 <sup>3</sup>	2,4x10 <sup>3</sup>	600	2100	40	15x10

Cuadro No. IIRESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS  
EN LA ESTACION II

PARAMETRO	FECHA		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
	11	25	9	23	6	20	3	17	1			
G y A	mg/l	262	60	112	33	50	38	140	89	450		
DBO <sub>5</sub>	mg/l	270	350	150	367	235	102	185	353	250		
DQO	mg/l	508	438	450	473	356	341	575	730	515		
PO <sub>4</sub> <sup>≡</sup> tot.	mg/l	3.0	5.8	7.2	4.5	4.3	12	7.8	6.4	10		
N <sub>2</sub> NH <sub>3</sub>	mg/l	20	56.8	45.2	8.0	13.4	9.2	4.0	5.4	5.6		
N <sub>2</sub> ORG.	mg/l	0.8	1.8	2.0	5.0	5.9	1.6	1.0	2.5	1.52		
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0.612	0.312	2.0	0.6	0.68	0.58	0.708	0.97	0.64		
ST	mg/l	766	1002	756	796	634	842	1140	1122	916		
STF	mg/l	576	750	424	446	502	628	520	853	668		
STV	mg/l	190	252	332	350	132	214	620	269	248		
SST	mg/l	134	148	202	60	362	210	244	210	186		
SSF	mg/l	108	104	96	28	136	166	90	44	92		
SSV	mg/l	26	44	106	32	226	44	154	166	94		
SDT	mg/l	632	854	554	738	360	730	624	598	930		
SDF	mg/l	468	646	328	418	198	376	490	430	809		
SDV	mg/l	164	208	226	320	162	154	134	168	121		
SSe	ml/l	0.5	< 0.1	1.0	0.8	0.1	< 0.1	< 0.1	0.4	0.6		
COL. FECALES	NMP/100ml	250	140	130	1100	1100	370	3700	3400	1100		
COLIF. TOTALES	NMP/100ml	1100	6400	2500	1400	3700	1300	9000	8500	6800		

## Cuadro No. III

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS  
EN LA ESTACION III

PARAMETRO	FECHA	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
		11	25	9	23	6	20	3	17	1	
G y A	mg/l	511	33	82	24	63	24	29	37	165	
DBO <sub>5</sub>	mg/l	180	357	82	265	96.5	150	315	310	185	
DQO	mg/l	290	565	1331	685	688	602	485	515	356	
PO <sub>4</sub> <sup>≡</sup> tot.	mg/l	2.4	4.0	5.0	5.0	7.2	10.0	20.0	7.0	8.5	
N <sub>2</sub> NH <sub>3</sub>	mg/l	17.8	4.0	6.8	5.4	7.0	11.8	0.4	4.4	7.8	
N <sub>2</sub> ORG.	mg/l	1.4	0.4	2.5	3.2	11.5	4.6	5.0	6.2	3.0	
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0.190	0.092	0.050	0.132	0.06	0.168	0.204	0.084	0.668	
ST	mg/l	588	552	416	1046	742	840	610	648	736	
STF	mg/l	304	358	276	516	430	402	346	300	478	
STV	mg/l	284	158	138	530	312	438	264	348	258	
SST	mg/l	232	158	76	444	524	68	70	178	308	
SSF	mg/l	160	56	56	242	368	4	24	78	214	
SSV	mg/l	72	102	20	202	256	64	46	100	94	
SDT	mg/l	356	394	340	602	118	772	514	470	428	
SDF	mg/l	144	302	222	274	62	398	322	222	264	
SDV	mg/l	212	92	118	328	56	374	192	248	164	
SSe	ml/l	2	<0.1	0.2	0.2	0.1	0.6	4.5	0.6	1.4	
COL. FECALES	NMP/100ml	240	350	240	130	540	350	1100	1100	540	
COLIF. TOTALES	NMP/100ml	3500	540	240	350	3000	2400	3500	2600	2800	



Cuadro No. IV.RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS  
EN LA ESTACION IV

PARAMETRO	FECHA	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
		11	25	9	23	6	20	3	17	1	
G y A	mg/l	374	24	100	38	62	47	85	28	224	
DBO <sub>5</sub>	mg/l	702	600	872	924	892	234	319	362	254	
DQO	mg/l	925	817	1273	1283	1140	260	486	594	384	
PO <sub>4</sub> <sup>≡</sup> tot.	mg/l	4.0	6.7	2.4	6.4	9.6	5.0	0.4	7.4	8.5	
N <sub>2</sub> -NH <sub>3</sub>	mg/l	30	18	25	21.6	4.8	10.5	8.0	5.2	20.9	
N <sub>2</sub> ORG.	mg/l	0.6	1.1	1.8	2.6	11.6	2.2	3.5	4.0	5.6	
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0.230	0.310	2.0	0.6	0.300	0.12	0.628	1.44	0.392	
ST	mg/l	565	912	583	919	810	432	448	1080	855	
STF	mg/l	423	602	298	572	500	260	360	756	480	
STV	mg/l	142	310	285	347	310	172	86	324	375	
SST	mg/l	149	182	157	196	187	106	170	580	332	
SSF	mg/l	120	147	103	109	115	60	108	356	227	
SSV	mg/l	29	35	54	87	72	46	62	224	105	
SDT	mg/l	416	730	426	723	623	326	276	500	523	
SDF	mg/l	240	498	315	528	434	179	186	297	374	
SDV	mg/l	176	232	111	195	189	147	90	203	149	
SSe	ml/l	0.3	0.5	1.1	1.5	1.0	0.5	0.2	3.5	3.0	
COL. FECALES	NMP/100ml	240	240	370	1100	1100	370	3700	3400	820	
COLIF. TOTALES	NMP/100ml	6400	1400	3000	8500	5800	6800	9000	3700	2500	

Cuadro No. vRESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS  
EN LA ESTACION v

FECHA		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
		11	25	9	23	6	20	3	17	1	
G y A	mg/l	115	4.4	34	5	3.3	2.4	3.3	24.1	38.4	
DBO <sub>5</sub>	mg/l	678	424	262	511	470	627	500	470	368	
DQO	mg/l	925	530	374	688	528	779	620	556	763	
PO <sub>4</sub> <sup>≡</sup> tot.	mg/l	6.3	4.8	3.2	2.45	1.3	0.82	2.0	1.36	1.5	
N <sub>2</sub> NH <sub>3</sub>	mg/l	11.2	1.4	0.05	5.16	0.05	0.05	3.1	0.05	0.6	
N <sub>2</sub> ORG.	mg/l	1.2	0.4	2.5	2.8	9.13	2.4	3.0	1.6	3.4	
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0.12	13.0	0.1	0.8	0.8	0.15	0.41	0.22	0.2	
ST	mg/l	464	424	572	618	1215	272	335	752	165	
STF	mg/l	296	320	452	599	1007	164	45	472	140	
STV	mg/l	168	104	120	19	208	108	290	280	25	
SST	mg/l	130	112	224	251	508	96	115	212	14	
SSF	mg/l	60	72	180	237	396	80	30	188	6	
SSV	mg/l	70	40	44	14	112	16	85	24	8	
SDT	mg/l	334	312	348	367	707	176	220	540	151	
SDF	mg/l	236	248	272	362	611	84	15	284	134	
SDV	mg/l	98	64	76	5	96	92	205	256	17	
SSe	ml/l	1.4	0.6	<0.1	0.2	0.2	0.1	0.5	4.0	0.1	
COL. FECALES	NMP/100ml	>24x10 <sup>2</sup>	11x10 <sup>4</sup>	1.4x10 <sup>6</sup>	>24x10 <sup>4</sup>	2400	>24000	9300	>11000	>24000	
COLIF. TOTALES	NMP/100ml	24x10 <sup>2</sup>	11x10 <sup>4</sup>	3x10 <sup>4</sup>	24x10 <sup>4</sup>	1100	11000	2100	11000	24000	

Cuadro No. VIRESULTADOS DE CAMPO EN LA ESTACION I

FECHA PARAMETRO	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
	11	25	9	23	6	20	3	17	1	
Temperatura Ambiente °C	16	17	16	14	13	18	14	17	23	
Temperatura Agua °C	13	18	13	14	14	19	15	18	17	
potencial Hidrogeno	7.1..	7.0	7.1	6.9	7.2	7.0	7.1	7.0	6.1	
Oxígeno Disuelto mg/l	4.0	1.4	5.0	5.1	7.2	1.7	2.2	2.8	3.2	
Gasto l/seg.	5.96	6.75	6.20	6.12	6.52	6.85	6.07	7.10	3.55	
Color	INC.	INC.	GRIS CLARO	INC.	INC.	INC.	GRIS CLARO	INC.	GRIS CLARO	

Cuadro No. VIIRESULTADOS DE CAMPO EN LA ESTACION II

PARAMETRO \ FECHA	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
	11	25	9	23	6	20	3	17	1	
Temperatura Ambiente °C	17	16	21	12	16	15	16	22	14	
Temperatura Agua °C	20	19	18	21	16	25	22	20	16	
potencial Hidrogeno	7.9	6.6	6.6	6.3	5.7	6.3	6.0	2.1	2.7	
Oxígeno Disuelto mg/l	0.6	0.8	0.4	0.2	1.5	0	1.1	0.6	1.2	
Gasto l/seg.	175	164	146	227	154	196	145	143	135	
Color	CAFE	CAFE	GRIS OBSCURO	GRIS VERDOSO	CAFE	CAFE ROJIZO	GRIS	CAFE	CAFE	

Cuadro No. VIIIRESULTADOS DE CAMPO EN LA ESTACION III

FECHA PARAMETRO	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
	11	25	9	23	6	20	3	17	1	
Temperatura Ambiente °C	21	14	20	16	18	15	19	15	14	
Temperatura Agua °C	15	17	23	15	19	17	20	21	18	
potencial Hidrogeno	7,2	6,8	7,3	7,2	7,3	4,8	5,3	6,8	5,0	
Oxígeno Disuelto mg/l	0,6	1,4	2,2	0,4	0	1,4	0,4	1,5	1,1	
Gasto l/seg.	73	47	104	63	39	43	38	40	43	
Color	CAFE	ROJIZO	CAFE	CAFE	CAFE	ROJO	CAFE	ROJO	ROJIZO	

Cuadro No. IX

RESULTADOS DE CAMPO EN LA ESTACION IV

PARAMETRO \ FECHA	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
	11	25	9	23	6	20	3	17	1	
Temperatura Ambiente °C	15	12	10	16	16	15	16	14	11	
Temperatura Agua °C	25	17	17	18	21	21	21	23	22	
potencial Hidrogeno	7.4	6.8	5.3	5.4	6.3	2.6	3.1	2.1	2.1	
Oxígeno Disuelto mg/l	0.4	0.6	0.4	0.3	1.7	0	0.4	0.6	0.6	
Gasto l/seg.	176	156	150	228	236	223	196	151	134	
Color	CAFE ROJIZO	CAFE ROJIZO	CAFE ROJIZO	CAFE ROJIZO	CAFE ROJIZO	CAFE ROJIZO	CAFE ROJIZO	CAFE ROJIZO	CAFE ROJIZO	CAFE ROJIZO

Cuadro No. xRESULTADOS DE CAMPO EN LA ESTACION v

FECHA PARAMETRO	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
	11	25	9	23	6	20	3	17	1	
Temperatura Ambiente °C	14	15	17	16	14	15	13	17	13	
Temperatura Agua °C	14	17	18	17	16	20	13	19	20	
potencial Hidrogeno	7.4	6.8	7.4	7.1	6.6	7.5	6.9	7.3	7.0	
Oxígeno Disuelto mg/l	2.6	1.0	0.4	5.7	0.2	1.6	3.0	3.4	0.9	
Gasto l/seg.	6.82	6.60	6.50	6.46	6.87	6.82	6.75	7.69	4.60	
Color	GRIS OBSCURO	CAFE OBSCURO	CAFE	CAFE	CAFE	GRIS OBSCURO	GRIS OBSCURO	CAFE	CAFE	

## Cuadro No. XI

CONCENTRACIONES ENCONTRADAS EN LA ESTACION           I          

PARAMETRO	V A L O R E S		
	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
G y A mg/l	0.4	41	7.5
DBO <sub>5</sub> mg/l	12.2	50	30.1
DQO mg/l	40	200	89
PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> tot. mg/l	0.40	1.0	0.60
N <sub>2</sub> NH <sub>3</sub> mg/l	< 0.05	5.9	2.3
N <sub>2</sub> ORG. mg/l	< 0.05	8.4	3.0
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	0.15	6.8	1.04
ST mg/l	292	700	494
STF mg/l	80	891	347
STV mg/l	24	380	147
SST mg/l	68	348	167
SSF mg/l	55	330	126
SSV mg/l	8	188	42
SDT mg/l	258	567	327
SDF mg/l	25	561	210
SDV mg/l	6	365	105
SSE ml/l	< 0.1	0.6	0.2
COLIF. FECALES NMP/100ml	930	2.4 × 10 <sup>5</sup>	
COLIF. TOTALES NMP/100ml	40	24 × 10 <sup>4</sup>	



CONCENTRACIONES ENCONTRADAS EN LA ESTACION II

PARAMETRO	VALORES		
	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
G y A mg/l	38	450	137
DBO <sub>5</sub> mg/l	102	367	251
DQO mg/l	341	730	487
PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> tot. mg/l	3.0	12	6.8
N <sub>2</sub> NH <sub>3</sub> mg/l	4.0	56.8	18.6
N <sub>2</sub> ORG. mg/l	0.58	2.0	2.5
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	0.58	2.0	0.80
ST mg/l	634	1140	886
STF mg/l	424	750	596
STV mg/l	132	620	290
SST mg/l	60	362	195
SSF mg/l	28	166	
SSV mg/l	26	226	
SDT mg/l	360	930	669
SDF mg/l	198	809	
SDV mg/l	121	320	
SSE ml/l	< 0.1	1.0	0.4
COLIF. FECALES NMP/100ml	130	3700	
COLIF. TOTALES NMP/100ml	1100	9000	

CONCENTRACIONES ENCONTRADAS EN LA ESTACION III

PARAMETRO	V A L O R E S		
	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
G y A mg/l	24	511	108
DBO <sub>5</sub> mg/l	82	357	216
DQO mg/l	290	1331	613
PO <sub>4</sub> <sup>≡</sup> tot. mg/l	2.4	20.0	7.6
N <sub>2</sub> NH <sub>3</sub> mg/l	0.4	17.8	7.2
N <sub>2</sub> -ORG. mg/l	0.4	11.5	4.2
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	0.05	0.204	0.11
ST mg/l	416	1046	686.0
STF mg/l	276	516	379
STV mg/l	138	530	303
SST mg/l	68	624	240
SSF mg/l	4	242	
SSV mg/l	20	256	
SDT mg/l	118	772	444
SDF mg/l	62	398	
SDV mg/l	56	374	
SSE ml/l	< 0.1	2	1.0
COLIF. FECALES NMP/100ml	130	1100	
COLIF. TOTALES NMP/100ml	240	3500	

## Cuadro No. XIV

CONCENTRACIONES ENCONTRADAS EN LA ESTACION IV

PARAMETRO	VALORES		
	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
G y A mg/l	24	374	109
DBO <sub>5</sub> mg/l	234	924	573
DQO mg/l	260	1283	796
PO <sub>4</sub> <sup>≡</sup> tot. mg/l	0.4	9.6	5.6
N <sub>2</sub> NH <sub>3</sub> mg/l	4.8	30	17
N <sub>2</sub> ORG. mg/l	0.6	11.6	4.0
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	0.12	2.00	0.62
ST mg/l	432	1080	734
STF mg/l	260	756	472
STV mg/l	86	375	261
SST mg/l	106	580	229
SSF mg/l	60	356	
SSV mg/l	29	224	
SDT mg/l	326	730	500
SDF mg/l	179	528	
SDV mg/l	90	232	
SSE ml/l	0.2	3.5	1.3
COLIF. FECALES NMP/100ml	240	3700	
COLIF. TOTALES NMP/100ml	1400	9000	

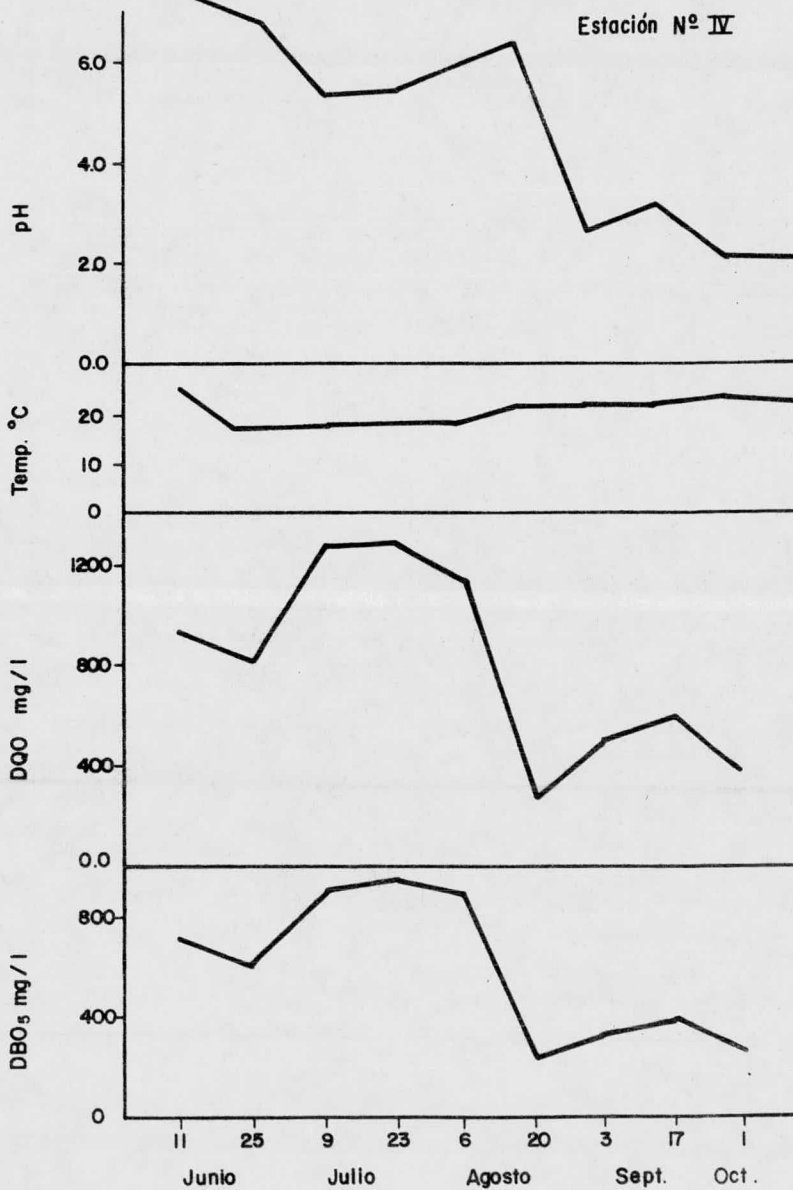
Cuadro No. xv

## CONCENTRACIONES ENCONTRADAS EN LA ESTACION \_\_\_\_\_ v \_\_\_\_\_

PARAMETRO	V A L O R E S		
	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
G y A mg/l	3.3	115	26
DBO <sub>5</sub> mg/l	262	678	479
DQO mg/l	374	925	640
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> tot. mg/l	0.82	6.3	3.0
N <sub>2</sub> NH <sub>3</sub> mg/l	< 0.05	11.2	2.4
N <sub>2</sub> ORG. mg/l	0.4	9.13	3.0
N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> mg/l	0.2	13.0	1.8
ST mg/l	272	1215	535
STF mg/l	45	1007	388
STV mg/l	19	290	147
SST mg/l	14	508	185
SSF mg/l	6	396	
SSV mg/l	8	112	
SDT mg/l	151	707	351
SDF mg/l	15	611	
SDV mg/l	17	256	
SSE ml/l	< 0.1	4.0	0.8
COLIF. FECALES NMP/100ml	9300	24000	
COLIF. TOTALES NMP/100ml	2100	24000	

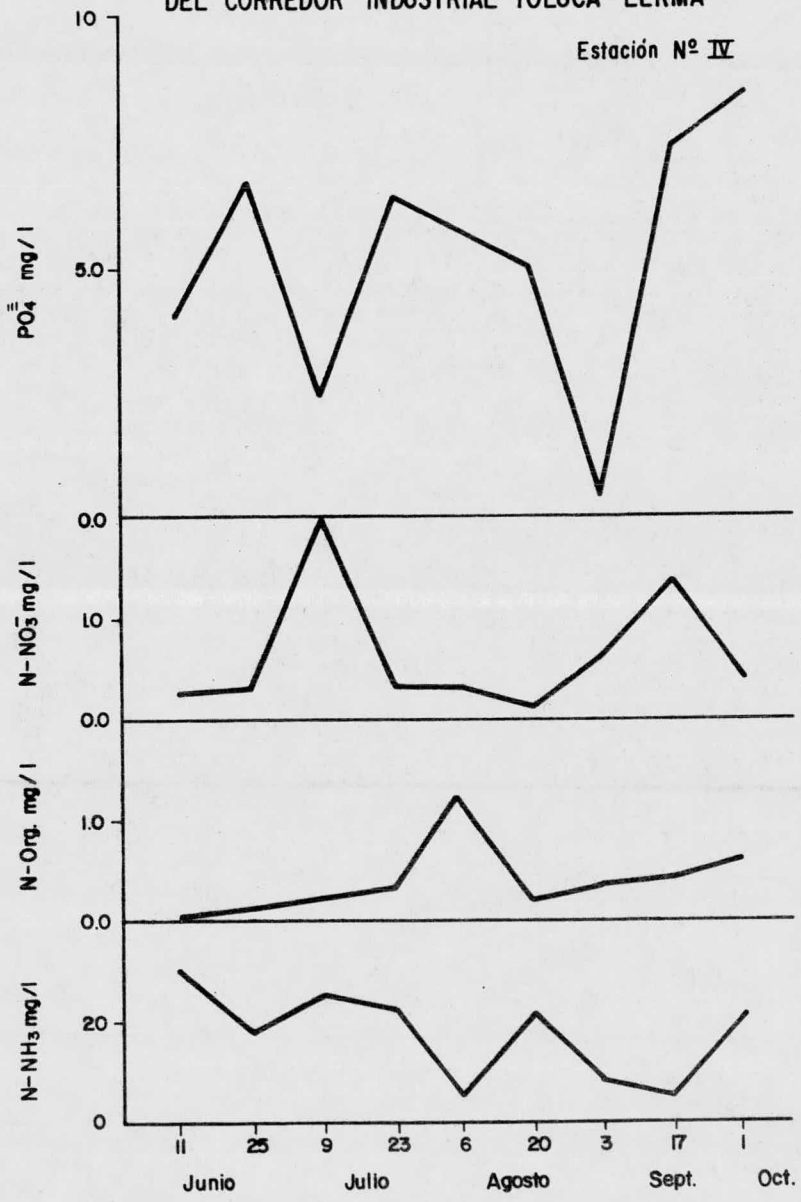
# CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CORREDOR INDUSTRIAL TOLUCA - LERMA

Estación N° IV



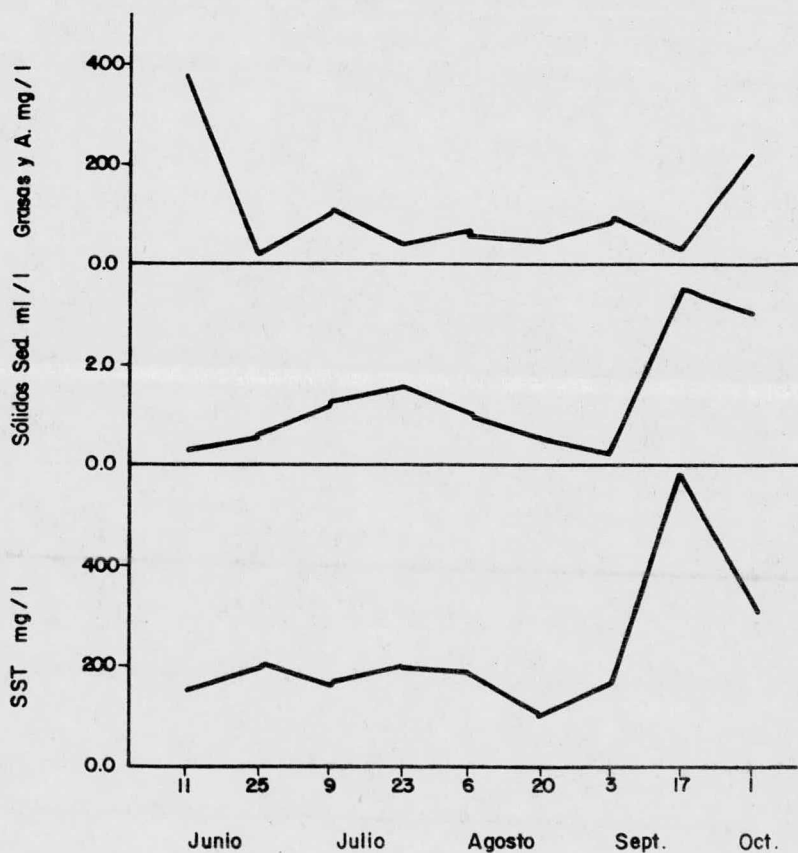
**CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DEL CORREDOR INDUSTRIAL TOLUCA-LERMA**

Estación N° IV



# CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CORREDOR INDUSTRIAL TOLUCA-LERMA

Estación N° IV



## B I B L I O G R A F I A

- I.- Allen, E.H.; Biochemical Oxigen Demand; Analysis of organic Matter In Natural And Wastewaters; 2-15 (1975)
- II.- Allen, E.H.; Chemical Oxigen Demand (COD); Analysis of Organic Matter In Natural and Wastewaters Pág. 17-20 (1975)
- III.- Babbitt, H.E. And R.E. Baumann, Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras; 4º Edición, Cfa. Editorial Continental, S.A. México, D.F.
- IV.- Brezomk, P.L.; Nitrogen Sources and Cycling in Natural Waters U.S. Environmental Protection Agency Ecological Research Series E.P.A. 660/3-3-73-002 July 1973
- V.- Cabo; de la Puente; Catalán; Normativa sobre Potabilidad Bacteriológica y Potabilidad del Agua.- 79-120- (1972)
- VI.- Cliff, J.K.; Nutrientes; Asesor en Química del Agua y Laboratorio Centro Panamericano de Ing. Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) oficina Sanitaria Panamericana, oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.
- VII.- Fair & Geyer: Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales, Volúmen II, ED; Limusa-Wiley, 475-477 (1971)
- VIII.- Izurieta, E. Curso Intensivo sobre: "Tratamientos de Residuos Líquidos Domésticos e Industriales" Universidad Autónoma de Nuevo León. (Facultad de Ingeniería Civil)
- IX.- Sancha, A.M.; Manual de Muestreo de Aguas Superficiales y Análisis, en terreno con descripción de un Laboratorio Portátil Económico: Santiago de Chile.



- X.- Nelson, L.; Eutrophication of Stream; Pollution Analysis; pág.28  
Syracuse New York.
- XI.- Sawyer, C.N.; Biochemical Oxygen Demand; Chemistry for Sanitary  
Engineers; Mc Graw Hill Book Company Inc.; 270-284; New York (1960)
- XII.- Sawyer, C.N.; Chemical Oxygen Demand; Chemistry for Sanitary  
Engineers; Mc Graw Hill Book Company Inc.; 285-288; New York (1960)
- XIII.- Sawyer, C.N.; Dissolved Oxygen; Chemistry for Sanitary Engineers;  
Mac Graw Hill Book Company, Inc.; 261-269; New York (1960)
- XIV.- Sawyer, C.N.; Nitrogen; Chemistry for Sanitary Engineers; Mac Graw  
Hill Book Company Inc. 419-34 New York (1960)
- XV.- Stenger, V.A. and C.E. Van Hall. Rapid Method For Determination of  
Chemical Oxygen Demand; Analytical Chemistry; 13 2 2011 (1969)
- XVI.- Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater,  
14 th Edition of 1975, APHA, AW, AW.WA. W.PC.F.
- XVII.- Verrey, J.M.; Normas de Calidad; Agua su Calidad y Tratamiento  
Manual preparado por la A.W.W.A. 34-51
- XVIII.- Wales R.W. and Transversy, W.S.; total Phosphate Organic Nitrogen  
Nitrate Nitrogen, and Organic Carlson Report. Series No.19
- XIX.- Water Analaty and Treatment - A Handbook Of Public Water Supplies  
American Water Works Association Mc Graw Hill Book Company