

29/150



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

## LA CONTAMINACION DE LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES DEL SUROESTE DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :  
JESUS RODRIGUEZ CALVO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





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 está 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.

# I N D I C E

	PAGINA
CAPITULO I INTRODUCCION . . . . .	4
I.1. Nota previa . . . . .	4
I.2. El ciclo hidrológico . . . . .	5
I.3. La contaminación del medio ambiente . . . . .	8
I.4. El suministro de agua potable . . . . .	10
I.5. Tratamiento y evacuación de las agua contami- nadas . . . . .	11
CAPITULO II GENERALIDADES . . . . .	12
II.1. La formación de la cuenca del Valle de Méxi- co . . . . .	12
II.2. Ubicación de la cuenca del Valle de México .18	
II.3. La industria en el Valle de México . . . . .	23
II.4. La población en el Valle de México . . . . .	26
II.5. El suministro de agua potable al Valle de Mé- xico . . . . .	30
II.6. Evacuación de las aguas del Valle de México.35	
II.7. Ubicación de los escurrimientos superficia- les del suroeste de la cuenca del Valle de México . . . . .	41
CAPITULO III CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LA CUENCA . . .43	
III.1. Cuenca del Valle de México . . . . .	43
III.1.1. Area de la cuenca. . . . .	43
III.1.2. Pendiente de la cuenca . . . . .	46
III.1.3. Elevación de la cuenca . . . . .	46

	PAGINA
III.1.4. Red de drenaje . . . . .	47
III.1.5. Altura de precipitación media anual. . . .	50
III.1.6. Temperatura media anual . . . . .	52
III.1.7. Cobertura superficial . . . . .	52
III.1.8. Evapotranspiración media anual. . . . .	55
III.1.9. Balance hidrológico . . . . .	55
III.2. Subcuencas del suroeste del Valle de México.	57
III.2.1. Cuenca del río Eslava . . . . .	57
III.2.2. Cobertura superficial de la cuenca del río Eslava . . . . .	57
III.2.3. Cuenca del río Magdalena . . . . .	61
III.2.4. Cobertura superficial de la cuenca del río Magdalena . . . . .	61
III.2.5. Cuenca del río Becerra . . . . .	65
III.2.6. Cobertura superficial de la cuenca del río Becerra . . . . .	65
III.2.7. Cuenca del río Mixcoac . . . . .	69
III.2.8. Cobertura superficial de la cuenca del río Mixcoac . . . . .	69
 CAPITULO IV ASPECTOS CONTAMINANTES DEL AGUA . . . . .	 72
IV.1. Aspectos contaminantes de los escurrimientos superficiales del suroeste de la cuenca del Valle de México . . . . .	72
IV.2. Desechos sólidos . . . . .	72
IV.3. Desechos orgánicos . . . . .	73
IV.4. Desechos industriales. . . . .	74

	PAGINA
CAPITULO V GASTOS . . . . .	76
V.1. Gastos del río Eslava . . . . .	76
V.2. Gastos del río Magdalena. . . . .	77
V.3. Gastos del río Becerra. . . . .	78
V.4. Gastos del río Mixcoac. . . . .	79
 CAPITULO VI PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS. . . . .	 80
VI.1. Pruebas físicas, químicas y biológicas del río Eslava . . . . .	 80
VI.2. Pruebas físicas, químicas y biológicas del río Magdalena . . . . .	 81
VI.3. Pruebas físicas, químicas y biológicas del río Becerra . . . . .	 85
VI.4. Pruebas físicas, químicas y biológicas del río Mixcoac . . . . .	 86
 CAPITULO VII INDICE DE CALIDAD DEL AGUA . . . . .	 87
VII.1. Escala general de la evaluación de la cali- dad del agua . . . . .	 87
VII.2. Índice de calidad del agua del río Eslava . 89	89
VII.3. Índice de calidad del agua del río Magdale- na . . . . .	 90
VII.4. Índice de calidad del agua del río Becerra. 93	93
VII.5. Índice de calidad del agua del río Mixcoac. 94	94
 CAPITULO VIII CONCLUSIONES . . . . .	 96
VIII.1. Sumario . . . . .	96
VIII.2. Conclusiones . . . . .	98
 BIBLIOGRAFIA . . . . .	 101

## C A P I T U L O   I

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

#### I.1.- NOTA PREVIA

De los procesos naturales, uno de los más importantes por la influencia que ejerce directamente sobre el ser humano, es sin duda, el ciclo hidrológico. Ya que éste proporciona al hombre el agua necesaria para su subsistencia, higiene, así como, para el saneamiento de su habitat, representando también una fuente importante de energía que es la eléctrica.

Del ciclo hidrológico la parte que se estudiará es la que corresponde a los escurrimientos superficiales.

El desarrollo increíble de la sociedad contemporánea, así como, la concentración de la gente en los centros urbanos e industriales, han hecho que la contaminación sea un factor importante en el desequilibrio del medio ambiente.

De esta manera el presente escrito plantea el problema de la contaminación de los escurrimientos superficiales del suroeste de la cuenca del Valle de México.

## I.2.- EL CICLO HIDROLOGICO

Una descripción simplificada del ciclo hidrológico es la siguiente:

Empieza por la evaporación del agua en los océanos, el vapor resultante es transportado por las masas de aire en movimiento. En determinadas condiciones, el vapor de agua se condensa formando nubes que, a su vez, ocasionan precipitaciones. De la precipitación sobre el terreno, una parte es retenida por la superficie, otra escurre sobre ella y la restante penetra en el suelo.

El agua retenida es devuelta a la atmósfera por evaporación y por transpiración de las plantas, otra parte escurre sobre la superficie drenada por arroyos y ríos hasta el océano, parte de esta agua se pierde por evaporación. El agua que se infiltra satisface la humedad del suelo y abastece los depósitos subterráneos, de donde fluye a las corrientes de los ríos, o bien descarga en el océano; la que queda detenida en la capa vegetal del suelo es regresada a la atmósfera por transpiración.

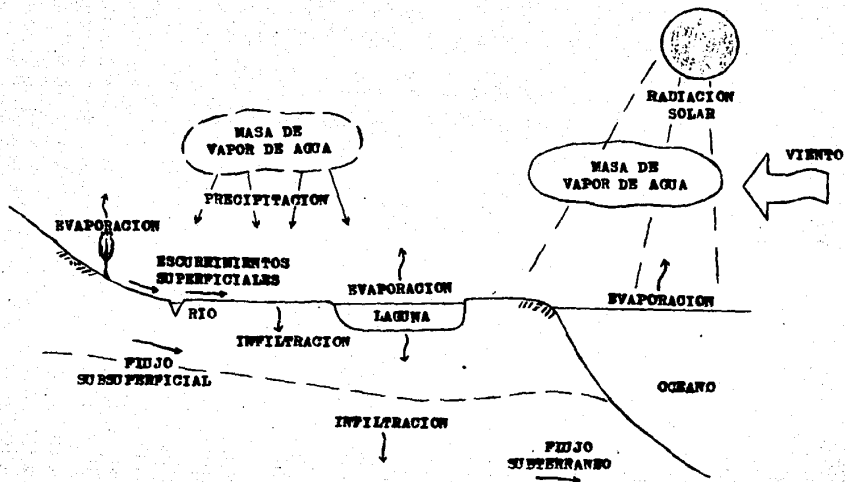
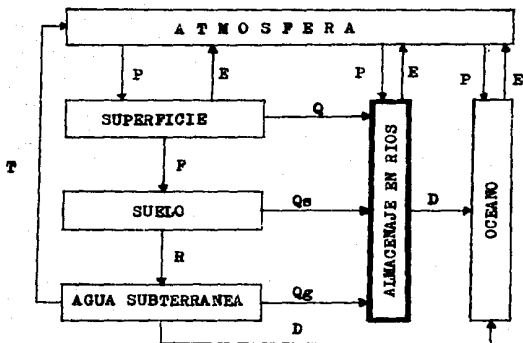


FIG. 1.1 REPRESENTACION CUALITATIVA DEL CICLO HIDROLOGICO.



En el siguiente esquema (fig.I.2) del ciclo hidrológico se señala la parte que se estudiará.



E- Evaporación  
Q- Esguimiento superficial  
F- Infiltración

F- Precipitación  
Qs- Esguimiento subsuperficial  
D- Descarga

T- Transpiración  
Qg- Esguimiento subterráneo  
R- Recarga.

FIG. I.2 CICLO HIDROLOGICO.

### I.3.- LA CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE

Han pasado poco más de dos siglos desde el despegue de la industria en el mundo, ese tiempo ha bastado para desequilibrar lo que a la naturaleza le costó tantos miles de años establecer. Este factor de desequilibrio tan importante lo conocemos hoy como contaminación ambiental.

No es, si no, hasta hace aproximadamente veinte años que la contaminación ambiental empieza a ser tomada en serio. Prueba de esto es que en el año de 1970 en el país más industrializado de América y del mundo, Estados Unidos, se formó un organismo autónomo denominado Oficina de Protección del Ambiente, que se ocuparía de lograr la conservación del medio.

En México, es hasta 1973 que el gobierno federal realiza la primera reunión nacional sobre problemas de contaminación ambiental, con la participación de trece organismos de estado, así como, veintidos instituciones privadas y varias universidades del país. De ese tiempo a la fecha los problemas de contaminación se han agravado, esto es principalmente porque la planta industrial en el país está en proceso de formación, así como, la emigración de la gente del campo a los centros urbanos.

La concentración de la gente y de la industria en regiones como el Valle de México, han hecho que el deterioro del medio empieza a notarse significativamente, prueba de ello es la gran emisión de gases a la atmósfera debida principalmente a la combustión de hidrocarburos hecha por vehículos automotores, refi-

nerías, plantas termoelectricas y fábricas de diversos tipos. La gran cantidad de agua contaminada con desechos sólidos de origen industrial, cantidades considerables de ácidos, desechos orgánicos. La falta de vegetación para la depuración del aire, la erosión del suelo por falta de esa capa vegetal. la muerte de peces en los ríos, la lluvia ácida, el ruido. la falta de suministro de agua a los acuíferos donde la cobertura superficial es prácticamente impermeable, como el asfalto e el concreto, sin mencionar la contaminación por radiactividad, etc.

Los recursos destinados para el control de la contaminación no han sido pocos. En Julio de 1982 el Banco Mundial otorgó a México un crédito por 60 millones de dólares para financiar un programa con un coste total de 180 millones de dólares que el gobierno federal proyectó. Este préstamo fue el primero que se hizo a México para un programa de este tipo.

La contaminación a tenido un coste tanto económico, como social muy elevado. La conclusión a que se ha llegado en muchos organismos del mundo es que cuesta menos evitar la contaminación que combatirla.

#### I.4.- EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

La calidad de vida de una población se debe en gran medida a la calidad y cantidad del suministro de agua. La cantidad de ésta tiene que ser suficiente para satisfacer los requerimientos de higiene personales como para uso doméstico e industrial. En lo que a calidad se refiere es importante que tenga las cualidades mínimas para conservar a la población en un buen estado de salud, es decir, tiene que ser potable, ya que según la Organización Mundial de la Salud la cuarta parte de los enfermos hospitalizados en el mundo es debido a enfermedades derivadas de la insalubridad del agua.

Cuando la demanda de agua es elevada debido al gran número de habitantes, así como, de elementos de la industria en una zona, se hace más difícil la obtención de este recurso en lugares inmediatos o dentro de ésta. Por tanto se buscan lugares donde la calidad natural del agua sea suficientemente buena para que su potabilización no sea muy costosa, sin embargo, los lugares de donde se obtiene el agua están generalmente alejados del centro urbano a abastecer, teniendo que hacer obras de captación, almacenamiento y conducción que resultan en ocasiones muy costosas.

### 1.5.- TRATAMIENTO Y EVACUACION DE LAS AGUAS CONTAMINADAS

La costumbre más usada para evacuar las aguas de una población es utilizar los escurrimientos naturales que pasan cerca o por el lugar. Cuando estos cuerpos receptores reciben aguas muy contaminadas se hace necesario hacer algunos tratamientos para su reutilización en poblaciones aguas abajo de los escurrimientos.

## C A P I T U L O   I I

### G E N E R A L I D A D E S

#### II.1.- LA FORMACION DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

Se presenta una breve descripción de los principales acontecimientos geológicos que han ocurrido en el Valle de México, extremo sur de la Mesa Central.

El levantamiento efectuado por el geólogo Federico Mooser, ha permitido subdividir el gran número de volcanes y depósitos del mismo origen en tres grupos distintos, los cuales se adscriben al Terciario Medio, al Plioceno y al Pleistoceno, de acuerdo con el orden de aparición estratigráfico y con el grado de erosión sufrida. Por la escases de fósiles en este tipo de formación continental, no ha sido posible establecer hasta el presente los límites cronológicos precisos de los diferentes grupos mencionados.

Se supone que, a raíz de los esfuerzos tectónicos que se ejercieron desde principios del Terciario, se abrieron grietas por las que fluyeron lavas y se formaron grandes aparatos volcánicos. El contenido petrográfico de los materiales desplazados hacia la superficie es muy variado, encontrándose andesitas basálticas, andesitas francas con anfíbolos y piroxenas, lacitas y latitas. La sierra de Xochitepec, ubicada al oeste de Xochimilco y al pie del Ajusco se componen enteramente de depósitos tí-

picos del Terciario Medio. Afloramientos de esta especie aparecen en la parte inferior de las sierras que limitan la cuenca al este y al oeste, así como también el núcleo de la sierra de Guadalupe. Se estima que su espesor es mayor de 1500 m., siendo visibles unos 800 m. en las bases del Istaccihuatl y del Ajusco. Parece que la actividad volcánica decreció a fines del Mioceno y fue seguida por un período de erosión intensa que regularizó el relieve abrupto del terreno, a juzgar por la superficie final que se destaca en la sierra de las Cruces, a una altura de 1000 metros sobre el fondo del valle.

Tanto en la región de Pachuca como en la sierra de Guadalupe, se inició en el Plioceno una nueva etapa de actividad volcánica caracterizada por la emisión de grandes masas de lavas ácidas, dacíticas y riolíticas, localizadas hoy en la cima de las sierras, particularmente en el cerro del Chiquihuite, que da el nombre a esta serie; a continuación aparecen los derrames andesíticos de la sierra Nevada y de las Cruces, cubiertos posteriormente por las lavas de la serie andesítica del Istaccihuatl y del Ajusco. También pertenecen a este grupo Pliocénico, los restos visibles de volcanes compuestos de andesitas oscuras, como los cerros del Peñón de los Baños, El Tigre y las prominencias al suroeste de la sierra de Guadalupe.

Al extinguirse estos volcanes, la actividad se manifiesta en la parte septentrional de la cuenca, en donde potentes derrames de andesitas basálticas (Plioceno Superior) interrumpen toda conexión directa con el norte. Entonces cobra importancia un mecanismo tectónico, aparentemente ligado a la falla Clarión, que

disloca la corteza en grandes bloques a lo largo de fracturas dirigidas de NNW a SSE; al mismo tiempo se producen fuertes emisiones de nubes ardientes, cuyos testigos son los depósitos de "Piedra cantera" que aparecen rodeando al cerro de El Guajolote, al norte del santuario de los remedios.

Hacia el Plioceno Superior, en que predominaba un clima semi-árido, lluvias torrenciales erosionaron el relieve abrupto, depositando en los flancos poniente y oriente de la cuenca, extensos abanicos aluviales integrados por fragmentos andesíticos angulosos, arenas y limos, producto de la descomposición de los complejos volcánicos del Terciario Medio y Superior. Esta es la formación que se denomina tarango, cuya característica descollante es la ausencia de lavas; en consecuencia, se le considera posterior al vulcanismo del Plioceno. Probablemente siguieron desa-rollándose abanicos aluviales hasta el Pleistoceno Inferior; en ellos no se han descubierto fósiles.

Nuevos impulsos tectónicos ocurridos en el Pleistoceno, iniciaron un último ciclo de vulcanismo, cuyas manifestaciones aún persisten en nuestros días. Las fracturas por las que surgieron las lavas están orientadas de SW a NE. El clima húmedo y frío de este período y la formación de grandes glaciares en el Istaccihuatl y el Popocatepetl, causaron la destrucción de gran parte de los depósitos de la formación tarango, labrando profundas barrancas y los dos valles principales que desaguan, por el sur, en el río Amacuzac. Uno de estos valles, el occidental, tenía sus cabeceras en Pachuca, pasaba por el lugar hoy ocupado por la Ciudad de Mé-xico y llegaba a Cuernavaca, al oeste de la sierra del Teposteco;



El segundo recorría al pie de la sierra Nevada, atravesaba Chalco y Amecameca para alcanzar la cuenca del Alto Amacuzac en Cuauhtla. Son manifestaciones de la erosión ocurrida en el Pleistoceno, los cañones de Contreras y San Rafael.

Contemporáneo al desarrollo de la red fluvial antes descrita, se iniciaron las erupciones volcánicas en el norte de la cuenca que cubrieron los valles con gruesas capas de basalto y pómez. Poco a poco la actividad se desplazó hacia el sur, se crearon los cerros de Chiconautla, Chimalhuacán y la Estrella hasta que sobrevinieron las potentes efusiones lávicas del Chichinautzin, de unos 2000 metros de espesor, que cerraron el drenaje hacia el sur transformando al valle de México en cuenca cerrada.

A consecuencia de esta obstrucción, los depósitos fluviales se acumularon en las barrancas y regularizaron rápidamente la topografía abrupta que se había generado por la erosión. A estos depósitos se les denomina serie clástica fluvial y aluvial del Pleistoceno; su rango saliente es la gran cantidad de elementos redondeados, incluidos en una matriz arenosa.

A continuación ocurre una intensa depositación de cenizas volcánicas transportadas por aire o por corrientes de agua hacia los lagos de las regiones bajas, a este período que llaman Tacubaya, siguió otro de clima seco (Morales), siendo típico los suelos cementados con caliche. Posteriormente, la formación Becerra constituida por estratos de aluvión y polvo volcánico con alto contenido de fósiles. Un nuevo período árido que se manifiesta por las capas y vetas de caliche (Barrilaco) preceden a la formación Totoltsingo integradas por tierras de color café y negro que tienen materia orgánica en cantidad apreciable, y a la época Arqueo

lógica, subdividida en Zacatecano y Azteca, en la que suelos arenosos encierran un gran número de tepalcates, testigos de las diferentes culturas que se desarrollaron en el valle.

Solo en los depósitos de la formación Becerra se han encontrado huesos de mamíferos del Pleistoceno Superior y los restos del hombre de Tepexpan. Las últimas manifestaciones de vulcanismo son las del Xitli, al pie del Ajusco, se apareció hace 2400 años aproximadamente, y la erupción del Popocatepetl en 1920.

TABLA.II.1.- PERIODOS GEOLOGICOS.

## PERIODOS GEOLOGICOS

E R A S		DURACION EN MILLONES DE AÑOS
PRECAMBRIICO O AZOICO (Pocos fósiles de animales y plantas de estructura sencilla)	Precámbrico inferior	más de 1100
	Precámbrico medio	1000 a 800
	Precámbrico superior	700 a 600
PALEOZOICO (Vida antigua, primeros peces y reptiles que presentan esqueleto)	Cámbrico	500
	Ordovícico	400
	Gotlándico	350
	Devónico	300
	Carbónico	300 a 200
	Pérmico	200
MESOZOICO (Vida intermedia, dinosaurios y otros reptiles)	Triásico	200
	Jurásico	a
	Cretácico	100
CENOZOICO (Aves y mamíferos)	Terciario	
	Paleoceno	65
	Eoceno	45
	Oligoceno	20
	Mioceno	12
	Plioceno	1
	Cuaternario (Era moderna)	
	Holoceno	de 8000 a 4000 años A.C.
Pleistoceno (edad del hielo)	15000 años	

## II.2.- UBICACION DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

La cuenca del Valle de México se localiza en la parte sur de la Mesa Central (Fig. II.2), su ubicación geográfica es entre los  $19^{\circ}$  y  $20^{\circ}$  latitud Norte y  $98^{\circ} 30'$ ,  $99^{\circ} 30'$  longitud Oeste (Fig. II.3). Forma parte de la región hidrológica número 26 en su porción más alta denominada del Pánuco, su configuración se asemeja a la paleta de un pintor (Fig. II.4) y están comprendidos en ella los Estados de Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México y Distrito Federal (Fig. II.5).

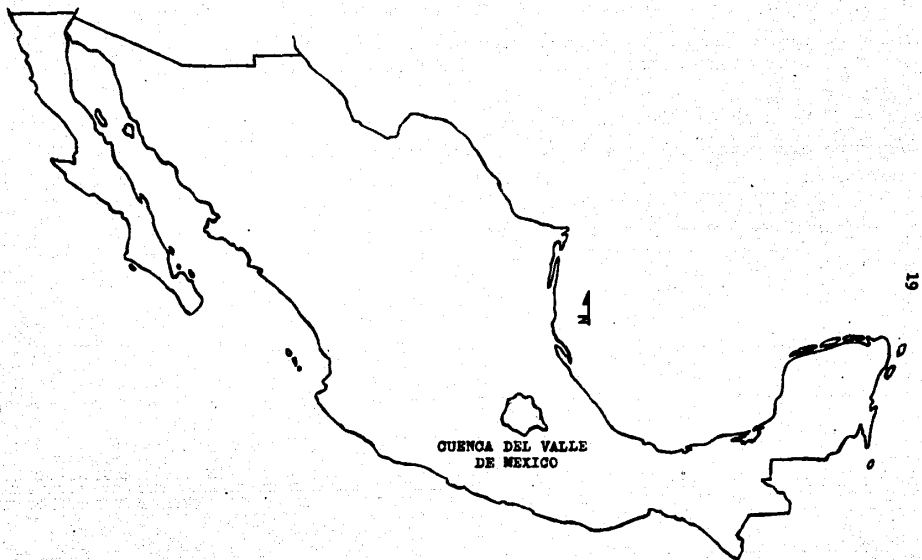


FIG. II.2.- LOCALIZACION DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO EN LA REPUBLICA MEXICANA.

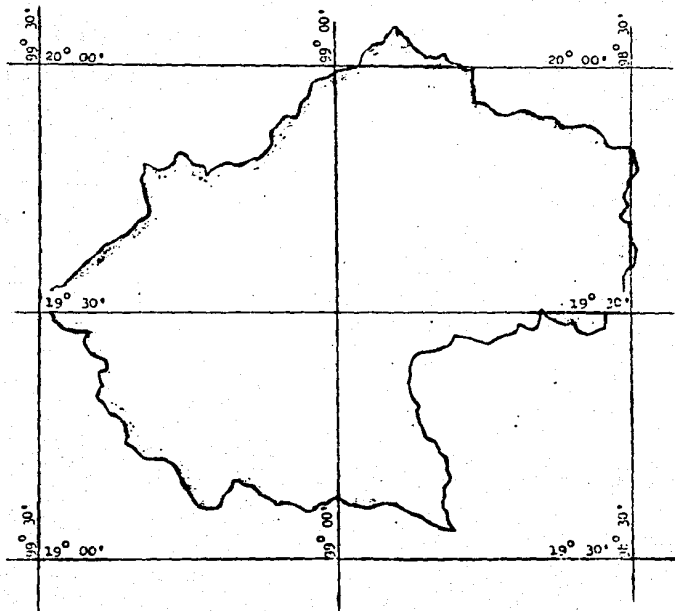


FIG. II. 3.- LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

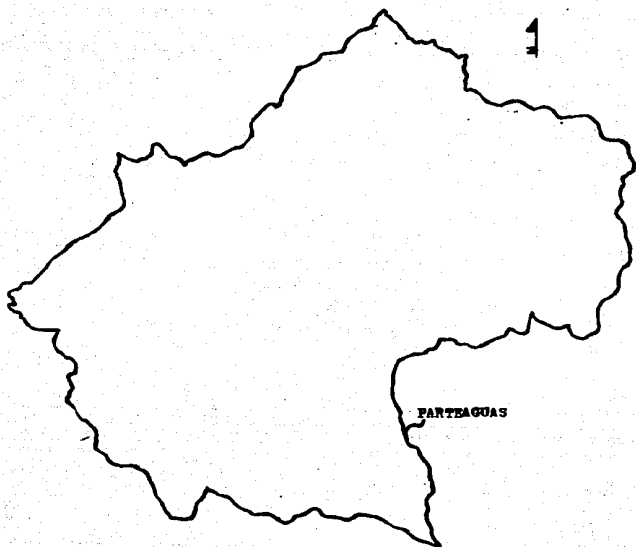


FIG. II.4.- CONFIGURACION DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

‡ DE AREA EN EL VALLE DE MEXICO

EDO. DE MEXICO	50%
EDO. DE HIDALGO	25%
DISTRITO FEDERAL	15%
EDO. DE TLAXCALA	9%
EDO. DE PUEBLA	1%
	<hr/>
	100%

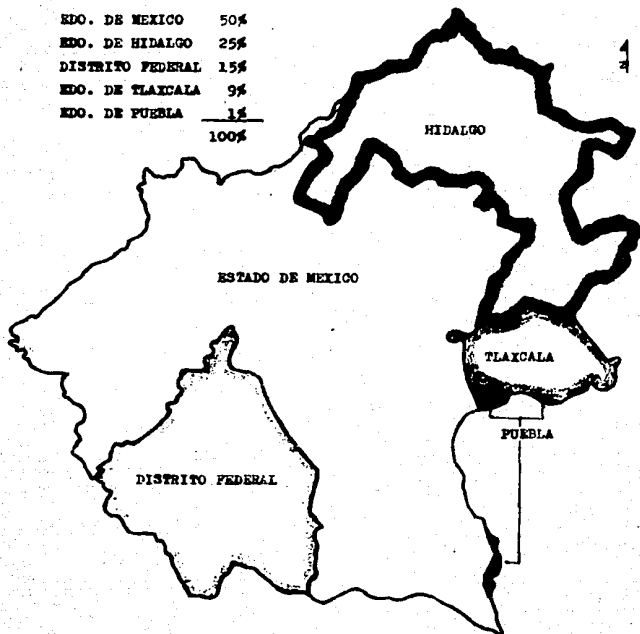


FIG. II.5.- ‡ DE AREA EN EL VALLE DE MEXICO



### II.3.- LA INDUSTRIA EN EL VALLE DE MEXICO

La concentración demográfica en la Ciudad de México y zona metropolitana es debido a la concentración de la industria en esta zona, la primera alcanza el 30% de la población nacional, la segunda está en el orden del 50% al 55% del total de la producción nacional con el 50% del capital total invertido en esta actividad económica.

El desarrollo de la industria no ha sido un desarrollo ordenado para poder delimitar las zonas que se utilizan para esta actividad, así como, zonas habitacionales de servicios y comerciales. Sin embargo se pueden señalar tendencias de éstas.

Una característica del centro de la ciudad es la alta concentración de la actividad comercial, así como, del área de servicios; en esta zona es donde se concentra también la mayor cantidad de dependencias gubernamentales y de servicios del sector privado, sin embargo se debe recalcar que existe una diversidad de industrias y una concentración muy grande de habitantes.

En la zona sur y suroeste de la Ciudad de México se da una tendencia a zonas habitacionales, pero existen algunos núcleos del sector industrial: en el sur industrias del papel y textiles, en el suroeste cemento, maquiladoras y alimentos.

En la zona noroeste y norte de la Ciudad de México y zona metropolitana existe una gran cantidad de industrias de diferentes tipos, éstas forman parte del corredor industrial donde se produce

el 55% de la producción industrial del Valle de México, en ésta zona existe una gran cantidad de vivienda.

En la zona Noreste existe una tendencia más hacia el desarrollo de unidades habitacionales.

En la figura II.6 se muestran las tendencias antes mencionadas.

Existen dentro del valle infinidad de núcleos industriales, muchos de estos en las márgenes de las carreteras que llegan a la Ciudad de México de Querétaro, Pachuca, Puebla y en menor proporción las de Toluca y Acapulco.

Dentro del Valle de México también se encuentra la Ciudad industrial de Sahagún y la Ciudad de Pachuca.

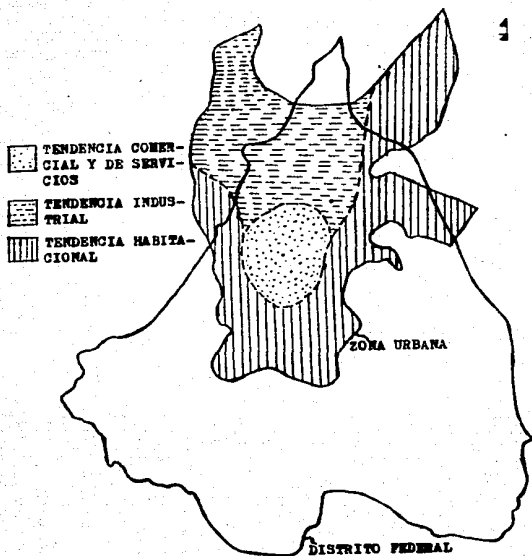


FIG. II.6.- CIUDAD DE MEXICO Y ZONA METROPOLITANA.

#### II.4.- LA POBLACION EN EL VALLE DE MEXICO

El crecimiento de la población del Valle de México del año de 1900 al año 1987 se pueda dividir en tres etapas. La primera que abarca los años de 1900 a 1930 donde se observa un crecimiento mesurado y la población se concentra en las delegaciones del centro del Distrito Federal en una proporción del 98% y el resto en las delegaciones de Coyoacán y Azcapotzalco, es decir, un 2%.

La segunda etapa que comprende el período de 1930 a 1950, crecen las delegaciones periféricas en una proporción controlable, hasta el momento.

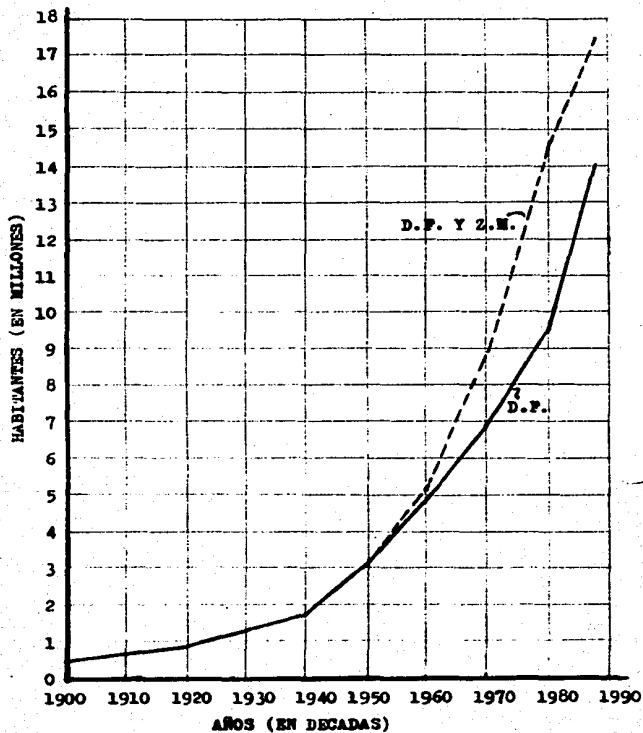
Es en el período comprendido entre 1950 a 1987 cuando el incremento en la población rebasa los límites del Distrito Federal y se precipita rápidamente a los municipios del Estado de México que colindan con éste. Este crecimiento se desarrolla tendencialmente hacia la región Norte, Noroeste y noreste de la Ciudad de México dejando una franja de bosques en el Suroeste del valle en donde se comprenden la Sierra del Ajusco, la de las Tres Cruces, Monte Alto y Monte Bajo, etc. que son el partaguas de la cuenca.

La distribución de la gente en el Distrito Federal y zona metropolitana no es uniforme, ya que en delegaciones políticas como Cuauhtémoc y Venustiano Carranza alcanzan hasta 25000 habitantes por kilómetro cuadrado, mientras que en Milpa Alta es de sólo 2000 habitantes por kilómetro cuadrado.

En la tabla II.7 y en la gráfica II.8 se muestra la población en el Distrito Federal y zona metropolitana y en la figura II.9 se muestra la mancha urbana.

ANOS.	HABITANTES EN EL DISTRITO FEDERAL	HABITANTES EN EL DISTRITO FEDERAL Y ZONA METROPOL.	AREA URBANA(Has.)
1900	541,516		2,713
1910	720,753		4,010
1921	906,063		4,637
1930	1'229,576		8,637
1940	1'757,530		11,753
1950	3'050,442		24,058
1960	4'870,876	5'186,000	36,000
1970	6'874,165	8'797,000	56,500
1980	9'500,000	14'500,000	100,000
1987	14'000,000	17'500,000	110,000

TABLA II.7.- POBLACION EN EL D.F. Y ZONA METROPOLITANA.



GRAFICA II.8.- HABITANTES EN EL D.F. Y ZONA METROPOLITANA.



FIGURA II.9.- CIUDAD DE MEXICO Y ZONA METROPOLITANA.

## II.5.- EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL VALLE DE MEXICO

Para suministrar agua potable a la población del Distrito Federal, en su edad moderna, se utilizaron en un principio los manantiales del valle, pero éstos fueron desapareciendo al abatirse su nivel piezométrico por causa del bombeo al que fueron sometidos.

Se hizo necesaria la extracción del agua del subsuelo a mediados del siglo pasado por medio de pozos, lo que ocasionó la consolidación del terreno. Para 1886 existían 1100 pozos someros.

Mediante la extracción del agua del subsuelo se suministró al Distrito Federal hasta 1970 el total de ésta. Es en 1972 cuando la Comisión de Aguas del Valle de México creada para suministrar a el valle agua suficiente y de calidad entrega al Distrito Federal  $10.60 \text{ m}^3/\text{seg.}$  del sistema Lerma que cuenta con 234 pozos para proporcionar en su totalidad  $14.00 \text{ m}^3/\text{seg.}$  en una segunda etapa. Sin embargo el sistema Lerma tiene que entregar a la zona metropolitana  $1.00 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de su caudal, teniendo también que reducirse de Febrero a Mayo en  $2.50 \text{ m}^3/\text{seg.}$  aproximadamente para el sistema de riego en el Valle de Lerma.

El caudal efectivo que el sistema Lerma suministra al Valle de México en época de máxima eficiencia es de aproximadamente  $12.50 \text{ m}^3/\text{seg.}$  mientras que en época de estiaje alcanza hasta  $9.40 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Es en época reciente cuando la capacidad del sistema Lerma empieza a decaer por la sobreexplotación de los mantos acuíferos y por fugas en la línea de conducción.



Una segunda etapa puesta en operación por la Comisión de Aguas del Valle de México comprende 6.00 m<sup>3</sup>/seg. traídas de la cuenca del Cutzamala.

Para satisfacer la demanda de agua se tienen 11.00 m<sup>3</sup>/seg. del sistema Lerma; 6.00 m<sup>3</sup>/seg. del sistema Cutzamala; 40.00 m<sup>3</sup>/seg. de acuíferos del Valle de México de los cuales 17.00 m<sup>3</sup>/seg. provienen de la recarga anual y 23.00 m<sup>3</sup>/seg. del volumen almacenado anteriormente; 2.00 m<sup>3</sup>/seg. de aguas residuales tratadas, así como, 3.00 m<sup>3</sup>/seg. de aguas superficiales reguladas, haciendo un total de 62.00 m<sup>3</sup>/seg.

De los 62.00 m<sup>3</sup>/seg. se destinan al uso urbano 54.00 m<sup>3</sup>/seg. y 8.00 m<sup>3</sup>/seg. al agrícola.

De los 54.00 m<sup>3</sup>/seg. destinados al uso urbano 10.00 m<sup>3</sup>/seg. se utilizan en el área de usos no contabilizados; servicios públicos, escuelas, mercados, parques y jardines e hidrantes públicos.

De los restantes se distribuyen en el 69% a uso doméstico y comercial y el 16% a uso industrial.

En el año de 1953 el 50% de la población del Distrito Federal contaba con tomas domiciliarias, en 1977 el 70% y en 1982 con el 97%.

Para 1987 la dotación para el Distrito Federal es de 249.00 litros/habitante/día. con un déficit del 31% ya que la dotación con que el gobierno hace sus cálculos es de 360 litros/habitante/día. Esto en gasto representa 18.00 m<sup>3</sup>/seg. y en población 4'300,000 ha-

bitantes. Esto tomando como base que el agua se reparte de forma uniforme, sin embargo la dotación varía de 40 litros/habitante/día en zonas de colonias populares a 650 litros/habitante/día en zonas residenciales.

La expectativa para el año 2000 es traer agua de las demás cuencas próximas al Valle de México. En la figura II.10 se muestra el desarrollo de la dependencia intercuenca. Se estima que se traerá un caudal de  $50.00 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de Lerma, Cutzamala, Amacuzac, Teotihuacan y Valle de Oriental.

La red primaria cuenta con una longitud de 540 km. con tuberías de 0.50 m. a 1.83 m. de diámetro, la red secundaria está formada por 11,700 km. con tubería de 10 cm. a 40 cm. de diámetro, ésta distribuye el agua de la red primaria. En la figura II.11 se muestra el sistema actual de abastecimiento de agua.



AÑO 1325



AÑO 1789



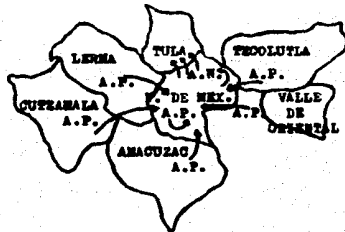
AÑO 1900



AÑO 1972



AÑO 1980



AÑO 2000

FIGURA II.10.- DESARROLLO INTERCUENCAS.

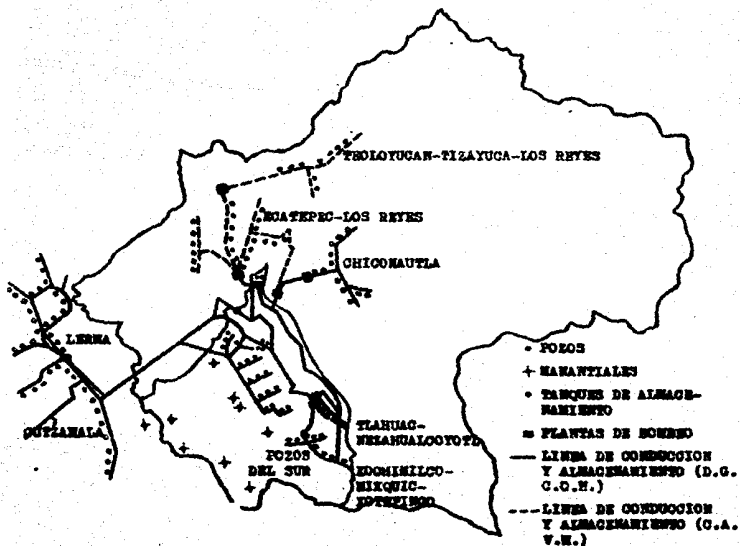


FIGURA II.11.- SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

## II.6.- EVACUACION DE LAS AGUAS DEL VALLE DE MEXICO

Es en el año 1789 cuando son terminadas las obras de desagüe del Valle de México por el tajo de Nochistongo, culminando un proceso que se inició en 1607 con la propuesta de Enrico Martínez de un dren por el lugar antes mencionado.

El problema de la evacuación de las aguas excedentes en el valle no terminaron con la conclusión del tajo, ya que el hundimiento de la ciudad, así como, el deterioro de la obra por el poco mantenimiento que se le daba fué necesaria la construcción de los túneles de Tequixquiac y posteriormente el drenaje profundo.

Después que el dren empezó a dejar extensas zonas sin agua el objetivo del sistema de drenaje tuvo dos fines que son los que hasta la fecha se manejan: Uno desalojar las aguas residuales y otro reducir el riesgo de inundaciones, por tanto el sistema de drenaje en el Distrito Federal y zona metropolitana es combinado.

En la actualidad el sistema de drenaje esta dividido en tres etapas.

La llamada red secundaria, que se encarga de recolectar y conducir a la red primaria todas las aguas residuales y de lluvia.

La red secundaria cuenta con unos 15,000 kilómetros de longitud con diámetros de 0.20 m., 0.30 m. y 0.40 m. Dentro de la red secundaria se consideran los escurrimientos naturales que son empleados para la conducción, en forma combinada, de las aguas residuales y las de lluvia. El sistema secundario en la zona del

lago de la Ciudad de México esta expuesta a dislocaciones por los hundimientos diferenciales del suelo.

La red primaria, que es la liga entre la red secundaria y el sistema general de desagüe, cuenta con colectores de 0.60 m. a 3.00 m. de diámetro con una longitud en la actualidad de 1176 kilómetros. Este sistema se encuentra a una profundidad de entre 4.00 m. y 8.00 m. la misma profundidad que tiene el metro, por esto las interferencias se han resuelto mediante sifones disminuyendo la eficiencia en la operación. El sistema también está expuesto a dislocaciones por los hundimientos diferenciales.

Una alternativa vista como solución adecuada es sustituir los colectores por unos nuevos a una profundidad de entre 12.00 m. y 18.00 m.

El sistema general de desagüe que se encarga en regular y desalojar las aguas residuales y pluviales a través del tajo de Nochistongo, los túneles de Tequixquiac y del portal de salida del drenaje profundo. En la figura II.12 se muestra el sistema general de desagüe.

El sistema general de drenaje cuenta con conductores entubados, por ejemplo, los ríos Churubusco y de la Piedad. Cauces a cielo abierto entre los que se cuentan los escurrimientos del suroeste y el Gran Canal del desagüe. Cuenta también con estructuras de regulación (presas) por ejemplo: presa de Ansaldo y presa Madín, 12 tanques de tormenta con capacidad de 130,000 m<sup>3</sup> dentro de la ciudad. En 1982 se inauguró una laguna de regulación en Istapa-

lapa con capacidad de 130,000 m<sup>3</sup>. En el futuro las lagunas son las estructuras de regulación más atractivas.

El sistema tiene 51 plantas de bombeo que alimentan el gran canal y los ríos Churubusco, Consulado y de la Piedad, la capacidad de estas plantas es de 447.00 m<sup>3</sup>/seg.

La obra más importante del sistema es sin duda el drenaje profundo.

El drenaje profundo cuenta con el emisor Central, túnel de 6.50 m. de diámetro y 50 kilómetros de longitud con una capacidad de 200.00 m<sup>3</sup>/seg. Interceptores Oriente y Central con 10 y 8 kilómetros de longitud que se construyeron en una primera etapa.

Una segunda etapa que hizo un total de 90 kilómetros de drenaje fueron el interceptor Central y el interceptor Centro-poniente con 5.50 y 16.50 kilómetros respectivamente. El drenaje tiene profundidades desde 20.00 m. hasta más de 200.00 m. cuando este terminado tendrá una longitud de 145 kilómetros.

El drenaje profundo solo se utiliza en época de lluvia, durante el estiaje se utilizan sólo el interceptor Oriente para aliviar el caudal en el gran canal.

En el Distrito Federal hay 6 zonas de drenaje divididas para su estudio según las características particulares de cada una de éstas. En la figura II.13 se muestra la división del Distrito Federal para el estudio del drenaje.

La división es la siguiente:

La zona Poniente comprende la superficie al oeste del interceptor del poniente, hasta la sierra de las Cruces. La zona sur limitada por el río Churubusco, Canal Nacional, la sierra de Chichinautzin y del Ajusco. La zona Sur-oriente colinda con la anterior en el canal Nacional, el río Churubusco y límite del Distrito Federal con el Estado de México hasta la sierra de Chichi nautsin. La zona Norte-oriente se localiza entre el Gran Canal y el lago de Texcoco. La zona norte comprende la porción septentrional del Distrito Federal que esta ubicada más alla del río de los Remedios.

La zona Centro queda delimitada por la frontera de las otras zonas, comprende la zona urbana más antigua.



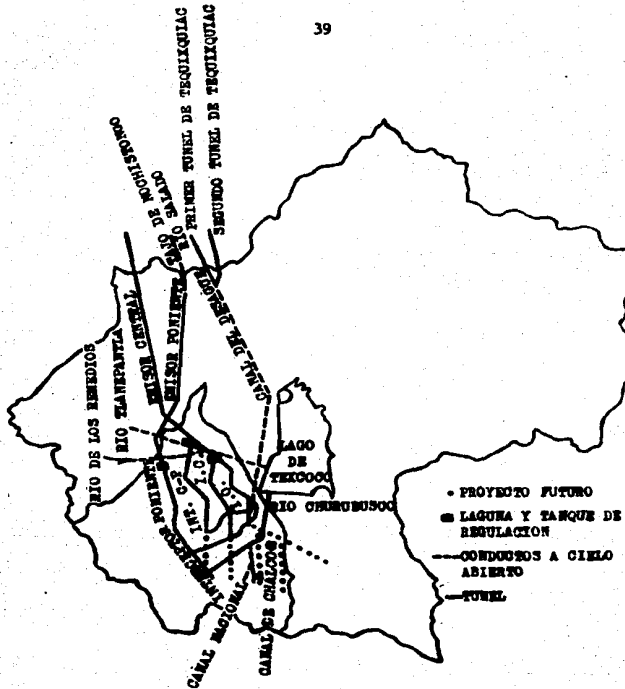


FIGURA II.12.- SISTEMA GENERAL DE DESAGÜE

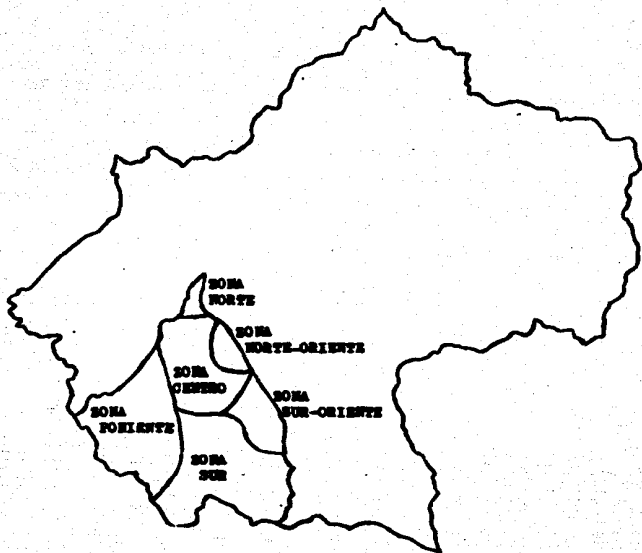


FIGURA II.13.- ZONAS DE DRENAJE EN EL D. P.

## II.7.- UBICACION DE LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES DEL SUROESTE DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

El lugar de estudio esta comprendido en la zona suroeste del Distrito Federal en su mayor parte y una porción del Estado de México, comprende las delegaciones de Kochimilco, Tlalpan, Contreras, Alvaro Obregón, Cuzajimalpa, Miguel Hidalgo y Tlalnepan-tla municipio éste del Estado de México, comprende la zona poniente y una parte de la zona sur de la división del drenaje urbano.

Esta zona es la más accidentada, las corrientes escurren de las sierras hacia la Ciudad de México y zona metropolitana de oeste a este, en el lugar hay 32 presas de regulación de avenidas con una capacidad aproximada de 7 millones de  $m^3$ , estas presas que se comenzaron a construir en 1930 en la actualidad se encuentran en mal estado, algunas de estas estan desolvidas en su totalidad y en otras la estructura de control no funciona.

Las aguas de estas corrientes son desalojadas del valle por medio del interceptor y emisario del poniente que tiene una capacidad de 25.00  $m^3$ /seg. y una parte es desalojada por el río de los Remedios.

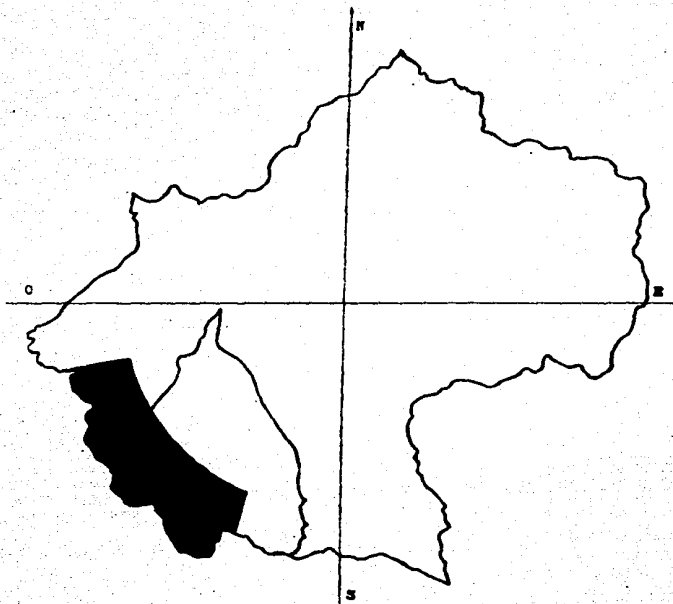


FIGURA II.14.- UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

## C A P I T U L O    I I I

### CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LA CUENCA

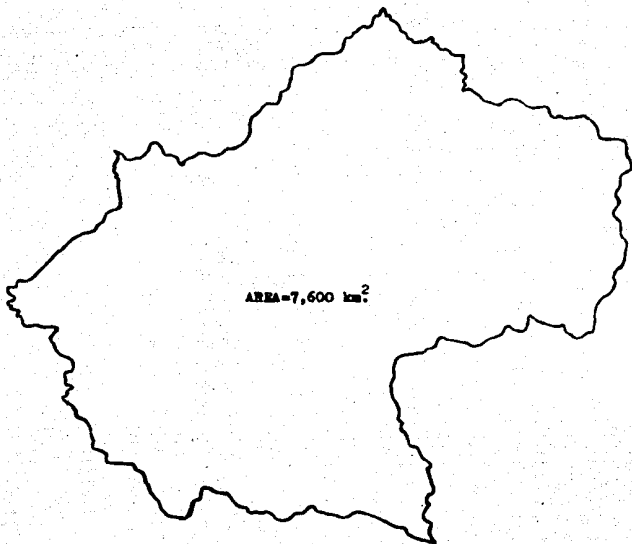
#### III.1.- CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

##### III.1.1.- AREA DE LA CUENCA

El área de la cuenca del Valle de México es de 7,600 km<sup>2</sup>, de los cuales 3,080 corresponden a zonas montañosas y 2,050 a las partes bajas. Las primeras con altitudes superiores a 200 m. sobre el fondo del valle y las segundas comprendidas entre 0 y 50 m.

La altura sobre el nivel del mar de la zona más baja es de 2,240 m.

El Valle de México esta limitado hacia el Norte por las sierras de Tepotsotlán, Tezontlalpan y Pachuca, al Este por los llanos de Apan y la sierra Nevada, al Sur por las sierras de Cuauhtzin y Ajusco y al Oeste por la sierra de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo. En la figura III.1 se muestra el área de la cuenca, en la figura III.2 se muestra la configuración del terreno en la cuenca.



III.1.- AREA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.

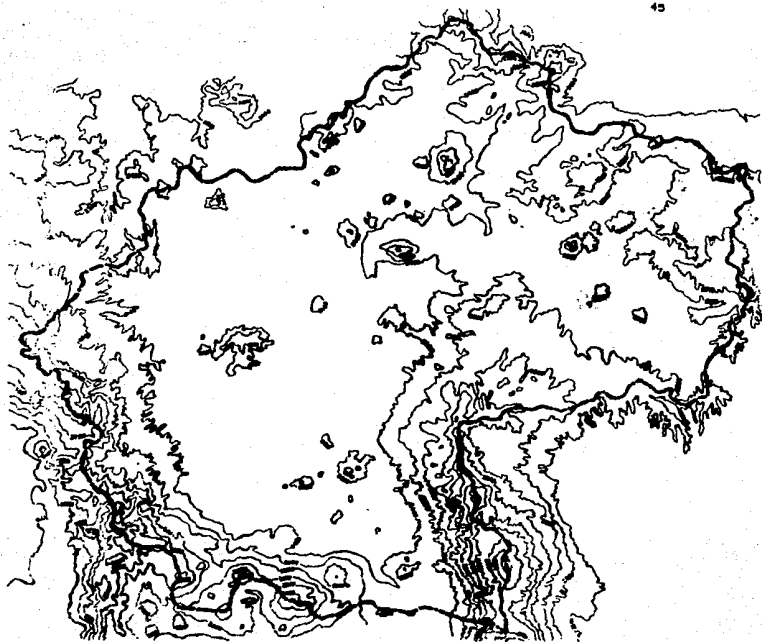


FIGURA III.2. TOPOGRAFIA DE LA CUENCA.

### III.1.2.- PENDIENTE DE LA CUENCA

La pendiente media de la cuenca del Valle de México es de 0.06, el objeto de conocer la pendiente de la cuenca es poder estimar el comportamiento del escurrimiento de el agua en ésta.

### III.1.3.- ELEVACION DE LA CUENCA

La elevación media de la cuenca es de 2,380.00 metros sobre el nivel del mar.

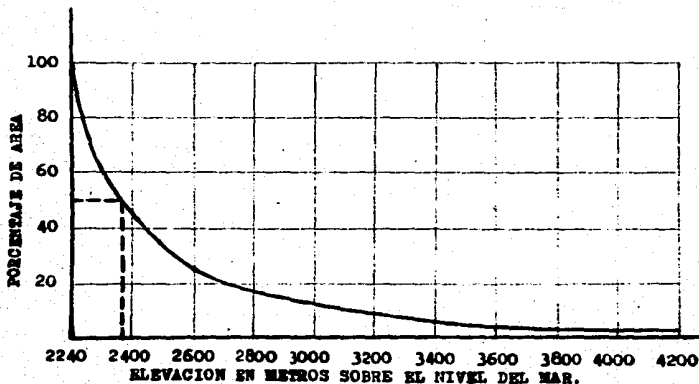


FIGURA III.3.- DISTRIBUCION AREA-ELEVACION CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.



### III.1.4.- RED DE DRENAJE

Desde el punto de vista hidrográfico, el Valle de México puede dividirse en once zonas las cuales se enumeran a continuación:

Zona I, que comprende los ríos de la sierra del Chichinautzin (río San Gregorio, río San Buenaventura, etc.) y se encuentra ubicada al sur de la cuenca.

Zona II y III, que corresponden a los ríos de las sierras del Ajusco y las Cruces (río Eslava, río Magdalena, río Hondo, río Tlanepantla, etc.). Comprende también el área urbanizada de la Ciudad de México y zona metropolitana.

Zona IV, los ríos Tepetzotlan y Cuautitlán.

Zona V y VI, los ríos de las Avenidas de Pachuca y San Juan Teotihuacan.

Zona VII, los ríos que desembocan a el lago de Texcoco.

Zona VIII, los ríos que se encuentran en la zona sur y desembocan al lago de Texcoco por medio del río de la Compañía.

Por último las zonas IX, X, XI, que drenan hacia el río de las Avenidas de Pachuca y comprenden la región Este de la cuenca.

La configuración de la red es radial. Cuando la cuenca permaneció cerrada todos los cauces desembocaban a el lago, pero al iniciarse la evacuación de el agua en la edad moderna los ríos de las z

nas V, IX, X, XI son drenadas fuera del valle por los túneles de Tequixquiac y el tajo de Nochistongo. Los ríos de las zonas I, VI, VII, VIII son regulados por el lago de Texcoco y evacuados a través del Gran Canal del Desagüe. Las zonas II, III, IV una parte es evacuada mediante el interceptor y emisor poniente, otra es conducida al lago de Texcoco y evacuada por el gran canal o el drenaje profundo, otra parte la que corresponde al río Cuautitlán y Tepetzotlan, zona IV, es evacuada por el tajo de Nochistongo.

En la figura III.4 se muestran las once zonas.

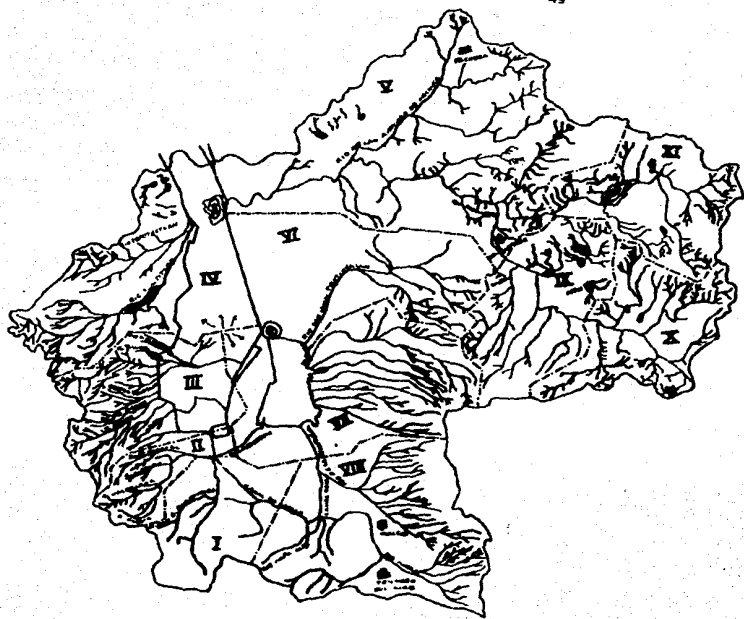


FIGURA 22.9.- DOCE CUENCA HIDROGRÁFICAS DE LA CUBA.

### III.1.5.- ALTURA DE PRECIPITACION MEDIA ANUAL

A continuación se hará una descripción de la precipitación del agua en el Valle de México.

La época de precipitación en la cuenca esta bien definida en un período de cinco meses que abarcan de Mayo a Septiembre. Según el plano de isoyetas anuales que aparecen en la figura III.5 la región donde existe una mayor altura de precipitación es en las partes altas del Suroeste de la cuenca con alturas que alcanzan 1600 milímetros, en la zona centro de la cuenca las alturas de precipitación disminuyen hasta valores de 600 milímetros, en la zona Noroeste comprendida en el Estado de Hidalgo es donde se registran las alturas de precipitación más pequeñas de la cuenca que es de 500 milímetros, registrandose mayores en las partes altas de la región hasta alcanzar alturas de 1200 milímetros.

La altura de precipitación media anual es de 700 milímetros.

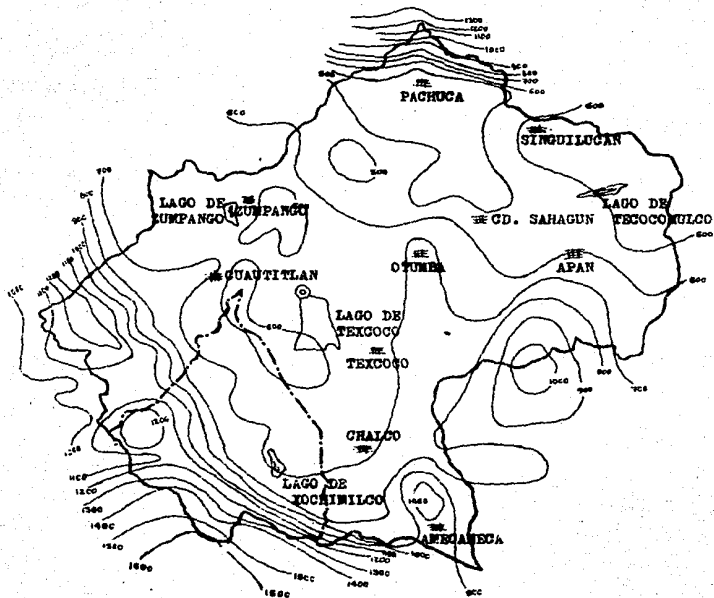


FIGURA III.5.- ISOYETAS MEDIAS ANUALES.

### III.1.6.- TEMPERATURA MEDIA ANUAL

El clima del Valle de México esta clasificado como subtropical de altura, su temperatura media anual es de 15<sup>o</sup>c. En la figura III.6 se presentan las isotermas medias anuales.

### III.1.7.- COBERTURA SUPERFICIAL

En el Valle de México el uso del suelo se limita fundamentalmente a tres aspectos los cuales se enlistan a continuación:

Zona urbana, la cual ocupa un porcentaje de 16% con una área de 1,200 km<sup>2</sup> aproximadamente, para efectos prácticos la mayor parte de la zona se considera impermeable, es decir, la cantidad de agua que se precipita sobre ella escurrirá o se evaporará sin llegar a infiltrarse al subsuelo, en la parte restante la cobertura es inestable por dejar al suelo sin capa vegetal, concreto ó asfalto, la que afecta el funcionamiento de los sistemas de drenaje.

Zona agrícola, que ocupa un porcentaje del 49% con una área de 3,740 km<sup>2</sup>, esta zona es la más afectada, puesto que es la que ha cedido a la zona urbana más terreno ya que la tendencia es dedicar a zonas habitacionales e industriales las áreas de cultivo, sobre todo las que corresponden a ejidos, permaneciendo muchas de éstas zonas sin cobertura estable ocasionando el rápido deterioro del suelo.

Area forestal, zona con 2660 km<sup>2</sup> que representa el 35% del terreno de la cuenca. En ella el suelo esta dividido de la siguiente

forma: área dedicada a la agricultura 399 km<sup>2</sup> con el 15%, área para parques Nacionales 133 km<sup>2</sup> con el 5%, área en veda 665 km<sup>2</sup> con el 25% y área concesionada con 1463 km<sup>2</sup> siendo el 55% restante. De esta zona forestal sólo un porcentaje bajísimo es considerado no perturbado y el resto es considerado muy perturbado debido a la tala inmoderada de árboles.

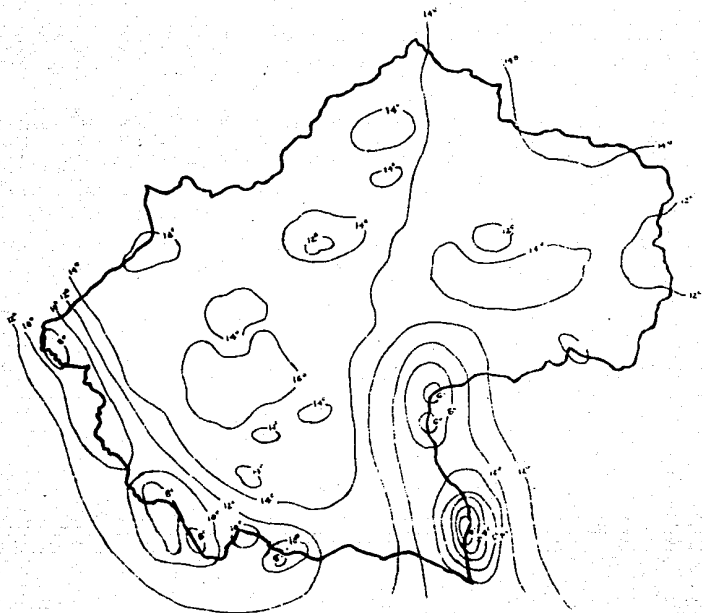


FIGURA III.6.-- ISOTERMAS MEDIAS ANUALES.



### III.1.8.- EVAPOTRANSPIRACION MEDIA ANUAL

La evapotranspiración media anual en la cuenca del Valle de México es de 555 milímetros, un 80% de la precipitación en la zona.

### III.1.9.- BALANCE HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

En el diagrama que se muestra en la figura III.7 aparece el balance hidrológico de la cuenca del Valle de México.

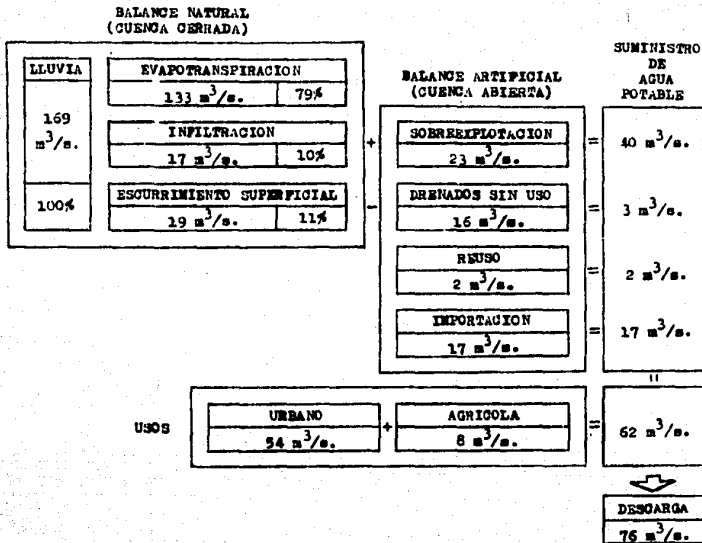


FIGURA III.7.- BALANCE HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.

### III.2.- SUBCUENCAS DEL SUROESTE DEL VALLE DE MEXICO

Las diferentes subcuencas del suroeste de la cuenca del Valle de México se clasificarán en cuatro tipos. Esta clasificación obedece a la ubicación en éstas de los núcleos de población o la ausencia de ellos.

Esta clasificación es con el fin de definir cómo se presenta en las diferentes subcuencas el problema de la contaminación de sus escurrimientos, tomando en cuenta las descargas de aguas residuales de los núcleos poblacionales.

#### III.2.1.- CUENCA DEL RIO ESLAVA

En el cuadro III.8 se muestran las características hidrológicas de la cuenca.

En las figuras III.9 y III.10 se muestra la configuración de la cuenca del río Eslava, así como, la red de drenaje y la zona urba en ella.

#### III.2.2.- COBERTURA SUPERFICIAL DE LA CUENCA DEL RIO ESLAVA

En la cuenca los tipos de roca existentes son andesitas de origen volcánico con un alto grado de fracturamiento, esto hace que la cuenca tenga una gran capacidad de infiltración.

En la parte baja de la cuenca se tiene una área urbana que representa el 20% de la superficie total.

En toda la zona estudiada la vegetación esta conformada por árboles de Oyamel, Coote y en menor proporción Encino, Ciprés, Capulín y Aile.

Una pequeña porción de la cuenca se utiliza para cultivos de temporal donde se siembra maíz.

La cuenca del río Eslava se tipifica porque las cuencas al sur del valle son muy parecidas a ésta, en donde ocurre una infiltración elevada, benéfico para la recarga de acuíferos. Teniendo por tanto un escurrimiento superficial pequeño.

Las cuencas que tienen características similares a la del río Eslava son: río San Buenaventura, río San Juan y río Milpa Alta.

CUENCA: RIO ESLAVA	
AREA	23.80 km <sup>2</sup>
PENDIENTE	0.208
ELEVACION MEDIA	3,400 m.s.n.m.
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	11.00 km.
ORIENTACION DEL CAUCE	SUROESTE A NORESTE
ALTURA DE PRECIPITACION MEDIA ANUAL	1350 mm.
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	11°C.
EVAPOTRANSPIRACION MEDIA ANUAL	584 mm.

CUADRO III.8.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LA CUENCA.

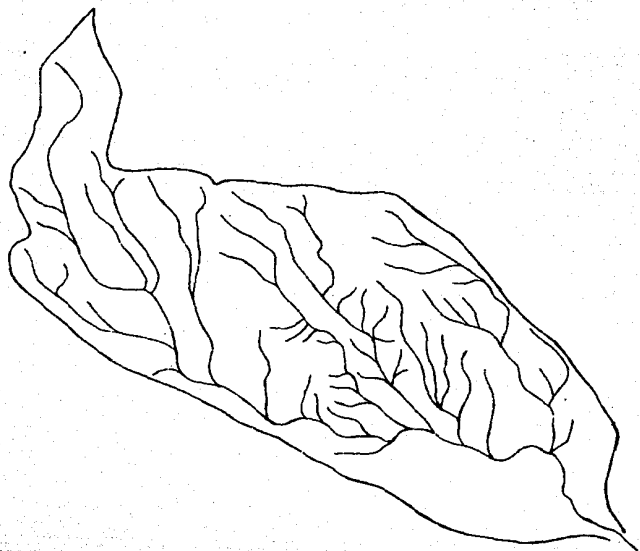


FIGURA III.9.- RED DE DRENAJE DEL RIO ESLAVA.

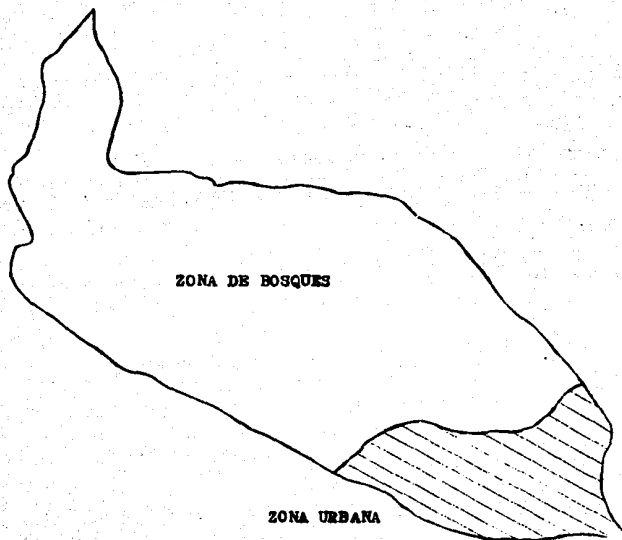


FIGURA III.10.- COBERTURA SUPERFICIAL.

### III.2.3.- CUENCA DEL RIO MAGDALENA

En el cuadro III.11 se muestran las características hidrológicas de la cuenca.

En las figuras III.12 y III.13 se muestran la configuración de la cuenca del río Magdalena, así como, la red de drenaje y la zona urbana comprendida en ella.

### III.2.4.- COBERTURA SUPERFICIAL DE LA CUENCA DEL RIO MAGDALENA

En esta cuenca la formación geológica es del mismo tipo que la de la cuenca del río Eslava, andesitas volcánicas, que se adscriben al período del Terciario Medio. Teniendo por tanto una capacidad también importante de infiltración. En la parte baja de la cuenca existen arenas y brechas volcánicas de la formación Farango, estas de poca permeabilidad.

Existe una zona boscosa en la parte alta de la cuenca los árboles más abundantes son Oyamel y Ocote. La parte baja de la cuenca es una zona totalmente urbana en la cual una superficie considerable tiene una cobertura superficial impermeable (concreto y asfalto).

En la zona boscosa de la cuenca que en la actualidad no se tiene población se obtiene de ésta una cantidad importante de agua para el suministro a la población de la delegación Contreras.

La tipificación de esta cuenca obedece a que en su parte alta como se mencionó no existe población obteniéndose una agua de cali-

dad muy buena.

CUENCA: RIO MAGDALENA	
AREA	34.85 km <sup>2</sup>
PENDIENTE	0.304
ELEVACION MEDIA	3250 m.s.n.m.
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	19.00 km.
ORIENTACION DEL CAUCE	SUROESTE A NORESTE
ALTURA DE PRECIPITACION MEDIA ANUAL	1250 mm.
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	11 <sup>o</sup> c.
EVAPOTRANSPIRACION MEDIA ANUAL	580 mm.

CUADRO III.11.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LA CUENCA



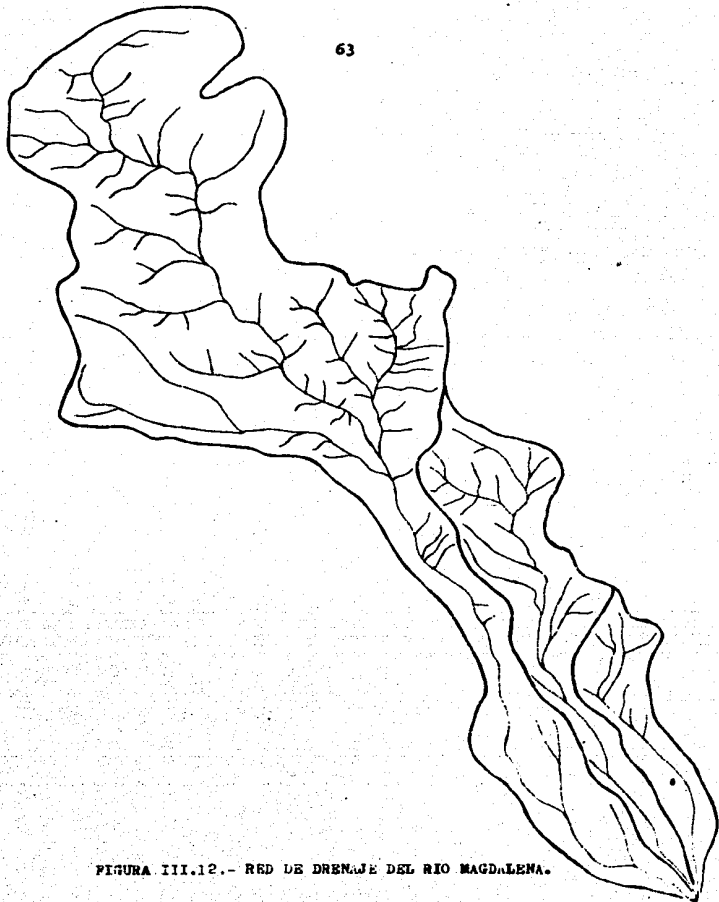


FIGURA III.12.- RED DE DRENAJE DEL RIO MAGDALENA.

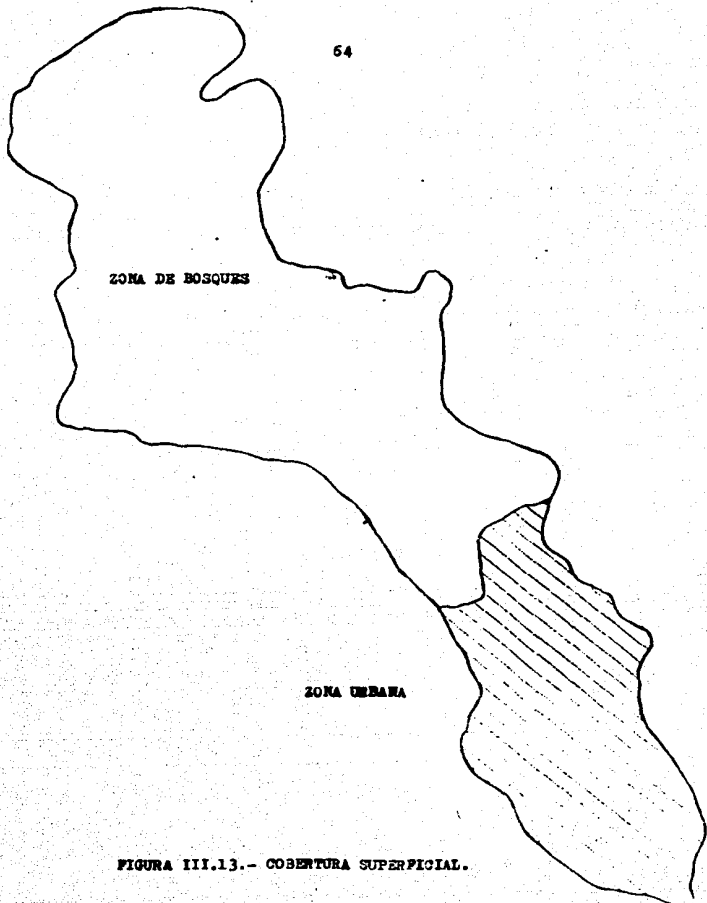


FIGURA III.13.- COBERTURA SUPERFICIAL.

### III.2.5.- CUENCA DEL RIO BECERRA

En el cuadro III.14 se muestran las características hidrológicas de la cuenca.

En las figuras III.15 y III.16 se muestra la configuración de la cuenca del río Becerra, así como, la red de drenaje y la zona urbana en ella que corresponde a la cuenca misma.

### III.2.6.- COBERTURA SUPERFICIAL DE LA CUENCA DEL RIO BECERRA

En la cuenca del río Becerra el suelo se compone en gran parte de arenas, fragmentos andesíticos y limos producto de la descomposición de los complejos volcánicos del Terciario Medio y Superior, esto es de la formación Tarango.

En la cuenca, el área urbana es la totalidad de ésta y es una característica que hace que se tipifique en la clasificación. En esta área la cobertura es en un 50% inestable ocasionándose en época de lluvias un importante gasto sólido en los cauces de la cuenca. Son similares a la cuenca del río Becerra las cuencas de los ríos Barranca del Muerto, Arroyo San Angel, Barranca El Moral, Arroyo San Angelín, Lomas de Chapultepec, Lomas de Tecamachalco, etc.

<b>CUENCA: RIO BECERRA</b>	
<b>AREA</b>	<b>14.00 km<sup>2</sup></b>
<b>PENDIENTE</b>	<b>0.215</b>
<b>ELEVACION MEDIA</b>	<b>3200 m.s.n.m.</b>
<b>LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL</b>	<b>8.50 km.</b>
<b>ORIENTACION DEL CAUCE</b>	<b>SUROESTE A NORESTE</b>
<b>ALTURA DE PRECIPITACION MEDIA ANUAL</b>	<b>1200 mm.</b>
<b>TEMPERATURA MEDIA ANUAL</b>	<b>11° c.</b>
<b>EVAPOTRANSPIRACION MEDIA ANUAL</b>	<b>572 mm.</b>

**CUADRO III.14.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LA CUENCA.**

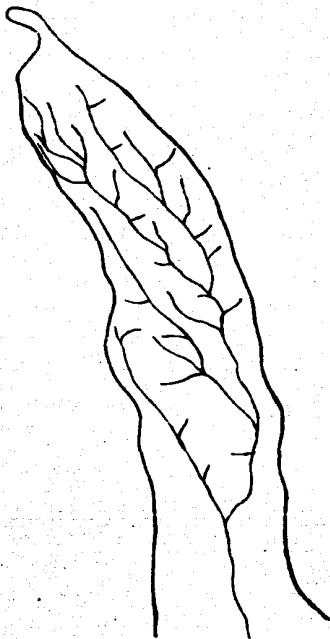
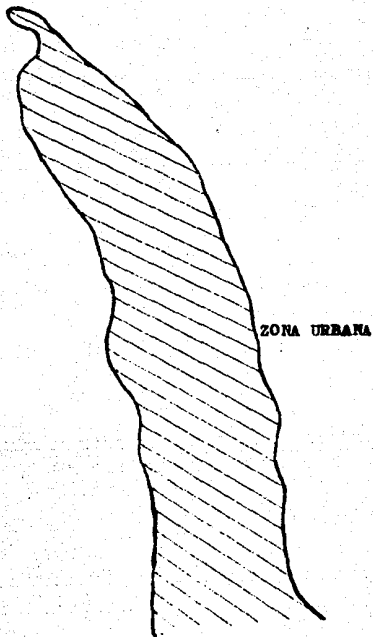


FIGURA III.15.- RED DE DRENAJE DEL RIO BECERRA.



**FIGURA III.16.- COBERTURA SUPERFICIAL.**

### III.2.7.- CUENCA DEL RIO MIXCOAC

En el cuadro III.17 se muestran las características hidrológicas de la cuenca.

En las figuras III.18 y III.19 se muestra la configuración de la cuenca del río Mixcoac, así como, la red de drenaje y las zonas urbanas.

### III.2.8.- COBERTURA SUPERFICIAL DE LA CUENCA DEL RIO MIXCOAC

En la cuenca del río Mixcoac las características del suelo son las mismas de la formación Tarango. La zona urbana comprende la parte baja de ésta, así como, núcleos de población entre zona de bosques, cultivo o simplemente baldíos. Como ésta la mayoría de las demás cuencas presentan la misma característica siendo entre otras, la del río Tacubaya, río Hondo, río de los Remedios, río Tlanepantla, río San Javier, río Cuautitlán, etc.

CUENCA: RIO MIXCOAC	
AREA	32.00 km <sup>2</sup>
PENIENTE	0.208
ELEVACION MEDIA	3200 m.s.n.m.
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	17.50 km.
ORIENTACION DEL CAUCE	SUROESTE A NORESTE
ALTURA DE PRECIPITACION MEDIA ANUAL	1250 mm.
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	11°c.
EVAPOTRANSPIRACION MEDIA ANUAL	580 mm.

CUADRO III.17.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LA CUENCA

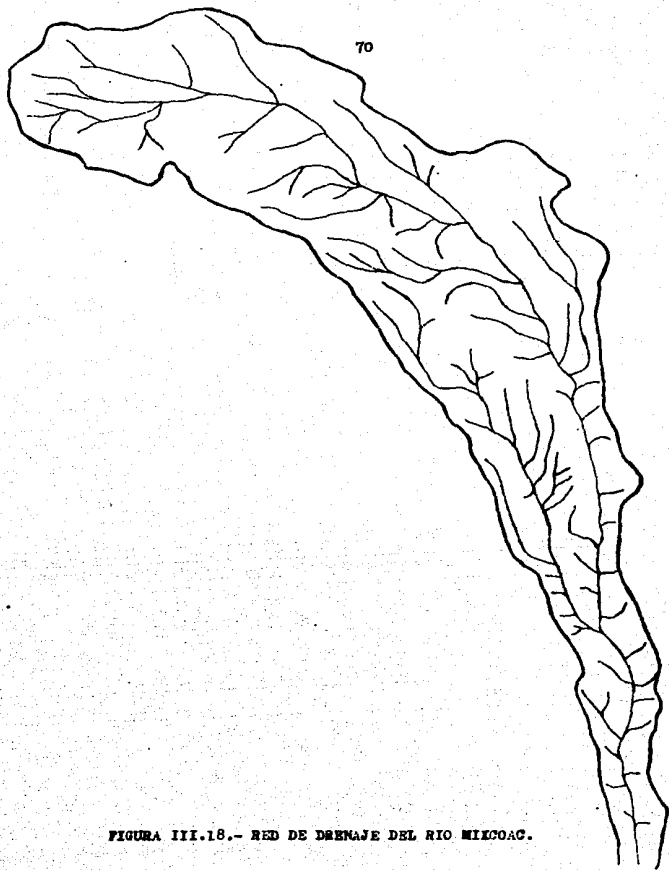


FIGURA III.18.- RED DE DRENAJE DEL RIO MICOAC.



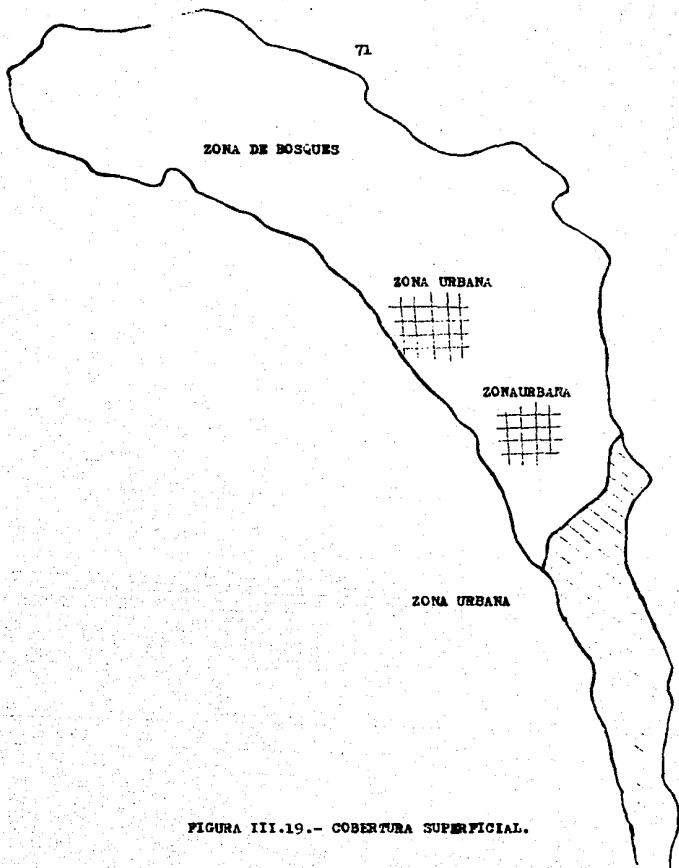


FIGURA III.19.- COBERTURA SUPERFICIAL.

## C A P I T U L O   I V

### ASPECTOS CONTAMINANTES DEL AGUA

#### IV.1.- ASPECTOS CONTAMINANTES DE LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES DEL SUROESTE DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

Por su configuración, los escurrimientos superficiales del suroeste de la cuenca del Valle de México forman parte natural de la red secundaria que se encarga de recolectar y conducir las aguas de lluvia, así como, las aguas residuales producidas por los asentamientos humanos en la zona hacia la red primaria que se encarga de evacuar dicha agua.

Los aspectos contaminantes se pueden clasificar como desechos orgánicos, industriales de tipo sólido y líquido y contaminantes naturales.

#### IV.2.- DESECHOS SOLIDOS

Por la poca capacidad del servicio de recolección de basura con que cuenta la Ciudad de México y zona metropolitana y más específicamente en la zona que comprende este estudio, el suroeste de la cuenca, es práctica usual de la población el utilizar los escurrimientos superficiales como un medio para deshacerse de los desechos sólidos producto del desperdicio de sus satisfactores. Estos

son en su mayoría recipientes, envolturas, desperdicio de comida, etc.

En las cuencas de los ríos Salava y principalmente al Magdalena este problema se reduce en las partes altas de éstas, ya que la gente que visita la zona es poca y sin residencia en el lugar. En las cuencas como las del río Mixcoac y río Becerra el problema se agudiza puesto que la residencia de la gente es fija y existe una gran concentración de ésta.

Se estima que de la zona en estudio el 80% esta contaminada con este tipo de desechos.

En el cuadro IV.1 se da un listado de los desechos sólidos de mayor incidencia.

ORGANICOS	INORGANICOS
Papel	Vidrio
Cartón	Metales
Tela	Plástico rígido
Hueso	Poliestileno
Madera	
Comida	

CUADRO IV.1.- DESECHOS SOLIDOS.

#### IV.3.- DESECHOS ORGANICOS

El término "desechos orgánicos" se utiliza en este estudio para

designar a los desechos producto de la sintetización de los alimentos consumidos por el ser humano.

Uno de los aspectos de la contaminación de los escurrimientos superficiales del suroeste de la cuenca es la evacuación de los desechos orgánicos. La característica fundamental de éste tipo de contaminante en la zona es que se puede detectar en puntos específicos, es decir, se identifica la fuente de contaminación en la descarga de las diferentes redes del sistema municipal de drenaje, lo que no sucede con los desechos sólidos.

#### IV.4.- DESECHOS INDUSTRIALES

Los desechos industriales pueden ser también desechos orgánicos, se diferenciarán no sólo por su participación en algún proceso industrial, si no también por la cantidad de éstos, ya que algunas sustancias, por ejemplo el alcohol puede utilizarse domésticamente lo mismo que en la industria.

Los desechos industriales por la condición de que los sistemas de drenaje en la zona suroeste, como en todo el valle, son sistemas combinados también son fácilmente detectables en puntos específicos.

En el cuadro IV.2 se da una lista de los desechos industriales más usuales.

Grasas
Aceites
Acidos
Alcoholes
Minerales

**CUADRO IV.2.- DESECHOS INDUSTRIALES**

Dentro de los factores contaminantes se tiene también las partículas de gases producidos por la combustión de hidrocarburos.

La contaminación natural prácticamente no existe en la zona, es decir, si se quitaran los contaminantes producto de los núcleos urbanos se tendría una agua de características muy parecidas a la de la potable.

C A P I T U L O   V

G A S T O S

V.1.- GASTOS DEL RIO ESLAVA

En la tabla V.1 se muestran los gastos registrados en el río Eslava durante todo el año.

MES	GASTO MAXIMO (m <sup>3</sup> /seg.)	GASTO MINIMO (m <sup>3</sup> /seg.)	GASTO MEDIO (m <sup>3</sup> /seg.)
ENERO	0.016	0.002	0.011
FEBRERO	0.006	0.002	0.005
MARZO	0.004	0.001	0.002
ABRIL	0.165	0.001	0.002
MAYO	1.278	0.002	0.007
JUNIO	2.850	0.002	0.037
JULIO	3.080	0.056	0.149
AGOSTO	1.725	0.025	0.169
SEPTIEMBRE	1.660	0.013	0.054
OCTUBRE	0.031	0.020	0.052
NOVIEMBRE	0.014	0.009	0.016
DICIEMBRE	0.008	0.000	0.007
ANUAL	3.080	0.000	0.043

TABLA V.1.- GASTOS DEL RIO ESLAVA.

## V.2.- GASTOS DEL RIO MAGDALENA

En la tabla V.2 se muestran los gastos registrados en el río Magdalena durante todo el año.

MES	GASTO MAXIMO (m <sup>3</sup> /seg.)	GASTO MINIMO (m <sup>3</sup> /seg.)	GASTO MEDIO (m <sup>3</sup> /seg.)
ENERO	0.349	0.150	0.246
FEBRERO	0.267	0.132	0.185
MARZO	0.222	0.084	0.158
ABRIL	0.637	0.100	0.167
MAYO	1.802	0.103	0.232
JUNIO	4.630	0.100	0.342
JULIO	5.403	0.270	0.485
AGOSTO	4.470	0.276	0.664
SEPTIEMBRE	3.280	0.296	0.505
OCTUBRE	4.893	0.148	0.253
NOVIEMBRE	0.298	0.202	0.247
DICIEMBRE	0.259	0.145	0.220
ANUAL	5.403	0.084	0.310

TABLA V.2.- GASTOS DEL RIO MAGDALENA.

## V.3.- GASTOS DEL RIO BECERRA

En la tabla V.3 se muestran los gastos registrados en el río Becerra durante todo el año.

MES	GASTO MAXIMO (m <sup>3</sup> /seg.)	GASTO MINIMO (m <sup>3</sup> /seg.)	GASTO MEDIO (m <sup>3</sup> /seg.)
ENERO	0.012	0.004	0.080
FEBRERO	0.013	0.003	0.042
MARZO	0.005	0.001	0.004
ABRIL	0.098	0.001	0.087
MAYO	0.806	0.004	0.065
JUNIO	1.202	0.012	0.126
JULIO	2.480	0.048	0.605
AGOSTO	1.003	0.019	0.047
SEPTIEMBRE	1.064	0.013	0.028
OCTUBRE	0.032	0.090	0.016
NOVIEMBRE	0.016	0.011	0.010
DICIEMBRE	0.012	0.004	0.006
ANUAL	2.480	0.001	0.093

TABLA V.3.- GASTOS DEL RIO BECERRA.



V.4.- GASTOS DEL RIO MIXCOAC

En la tabla V.4 se muestran los gastos registrados en el río Mixcoac durante todo el año.

MES	GASTO MAXIMO (m <sup>3</sup> /seg.)	GASTO MINIMO (m <sup>3</sup> /seg.)	GASTO MEDIO (m <sup>3</sup> /seg.)
ENERO	0.298	0.085	0.105
FEBRERO	0.169	0.011	0.096
MARZO	0.143	0.009	0.079
ABRIL	0.580	0.067	0.121
MAYO	0.967	0.128	0.350
JUNIO	2.360	0.361	0.409
JULIO	4.822	0.402	0.501
AGOSTO	3.065	0.016	0.222
SEPTIEMBRE	3.010	0.023	0.312
OCTUBRE	2.604	0.043	0.320
NOVIEMBRE	0.420	0.061	0.208
DICIEMBRE	0.361	0.013	0.086
ANUAL	4.822	0.009	0.217

TABLA V.4.- GASTOS DEL RIO MIXCOAC.

Los escurrimientos del suroeste de la cuenca del Valle de México en su conjunto tienen un gasto medio anual de 4.00 m<sup>3</sup>/seg. por concepto de precipitación pluvial y aguas residuales.

CAPITULO VI

PRUEBAS FISICAS QUIMICAS Y BIOLÓGICAS

VI.1.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RIO ESLAVA

En la tabla VI.1 se muestran los promedios anuales de las pruebas físicas, químicas y biológicas del río Eslava.

PARAMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
POTENCIAL HIDROGENO	--	6.80
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	umohs/cm.	1127.00
SOLIDOS TOTALES	mg/l.	532.00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l.	298.90
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l.	231.30
SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/l.	105.00
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	174.20
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	248.53
NITROGENO AMONIACAL	mg/l.	11.40
NITROGENO DE NITRATOS	mg/l.	6.38
NITROGENOS TOTALES	mg/l.	17.78
FOSFATOS TOTALES	mg/l.	9.18
GRASAS Y ACRIFES	mg/l.	135.30
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	mg/l.	7.20
SULFATOS	mg/l.	83.12
CLORUROS	mg/l.	42.41
FENOL	mg/l.	0.56
COLIFORMES TOTALES	NMP/ml.	2300.00
COLIFORMES FECALIS	NMP/ml.	250.00

TABLA VI.1.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RIO ESLAVA.

## VI.2.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL RIO MAGDALENA

En las tablas VI.2, VI.3, VI.4 y VI.5 se muestran las pruebas físicas, químicas y biológicas en el río Magdalena. En éste río fue posible tomar cuatro muestras durante cuatro meses del año 1981 en diferentes puntos a lo largo de su escurrimiento. Estas pruebas fueron tomadas de aguas arriba hacia aguas abajo hasta el punto en que esta entubado.

PARAMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
POTENCIAL HIDROGENO	—	7.00
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	umho/cm.	98.00
SOLIDOS TOTALES	mg/l.	124.20
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l.	68.50
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l.	35.40
SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/l.	40.30
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	5.40
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	4.10
NITROGENO AMONIACAL	mg/l.	0.20
NITROGENO DE NITRATOS	mg/l.	3.00
NITROGENOS TOTALES	mg/l.	3.20
FOSFATOS TOTALES	mg/l.	0.30
GRASAS Y ACRITES	mg/l.	1.20
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	mg/l.	0.10
SULFATOS	mg/l.	2.10
CLORUROS	mg/l.	8.00
FENOL	mg/l.	0.01
COLIFORMES TOTALES	NMP/ml.	4.00
COLIFORMES FECALES	NMP/ml.	1.00

TABLA VI.2.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL RIO MAGDALENA ESTACION 1.

PARAMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
POTENCIAL HIDROGENO	--	7.00
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	umohs/cm.	112.00
SOLIDOS TOTALES	mg/l.	136.00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l.	68.40
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l.	67.40
SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/l.	46.20
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	9.60
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	8.80
NITROGENO AMONIACAL	mg/l.	0.20
NITROGENO DE NITRATOS	mg/l.	3.30
NITROGENOS TOTALES	mg/l.	3.50
FOSFATOS TOTALES	mg/l.	0.42
GRASAS Y ACRITES	mg/l.	2.90
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	mg/l.	0.10
SULFATOS	mg/l.	2.40
CLORUROS	mg/l.	8.00
FENOL	mg/l.	0.01
COLIFORMES TOTALES	NMP/ml.	6.00
COLIFORMES FECALES	NMP/ml.	2.00

TABLA VI.3.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RIO MAGDA-  
LENA ESTACION 2.

PARAMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
POTENCIAL HIDROGENO	--	7.00
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	umohs/cm.	125.00
SOLIDOS TOTALES	mg/l.	52.30
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l.	80.14
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l.	70.78
SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/l.	48.00
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	10.30
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	8.13
NITROGENO AMONIACAL	mg/l.	0.30
NITROGENO DE NITRATOS	mg/l.	3.80
NITROGENOS TOTALES	mg/l.	4.10
POSFATOS TOTALES	mg/l.	0.81
GRASAS Y ACEITES	mg/l.	3.80
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	mg/l.	0.10
SULFATOS	mg/l.	1.30
CLORUROS	mg/l.	9.50
FENOL	mg/l.	0.02
COLIFORMES TOTALES	NMP/ml.	10.00
COLIFORMES FECALIS	NMP/ml.	2.00

TABLA VI.4.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL RIO MAGDA-  
LENA ESTACION 3.

PARAMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
POTENCIAL HIDROGENO	--	6.60
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	umohs/cm.	1320.00
SOLIDOS TOTALES	mg/l.	628.30
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l.	354.90
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l.	270.00
SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/l.	98.00
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	203.40
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	284.76
NITROGENO AMONIAICAL	mg/l.	12.30
NITROGENO DE NITRATOS	mg/l.	7.12
NITROGENOS TOTALES	mg/l.	19.42
FOSFATOS TOTALES	mg/l.	7.26
GRASAS Y ACEITES	mg/l.	148.10
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	mg/l.	7.18
SULFATOS	mg/l.	41.21
CLORUROS	mg/l.	87.20
FENOL	mg/l.	0.79
COLIFORMES TOTALES	NMP/ml.	3580.00
COLIFORMES FECALES	NMP/ml.	628.00

TABLE #1.5.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RIO MAGDA-  
LENA ESTACION 4.

## VI.3.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL RIO BECERRA

En la tabla VI.6 se muestran los promedios anuales de las pruebas físicas, químicas y biológicas del río Becerra.

PARAMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
POTENCIAL HIDROGENO	--	6.70
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µmohs/cm.	695.00
SOLIDOS TOTALES	mg/l.	824.10
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l.	588.60
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l.	235.40
SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/l.	124.80
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	268.33
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	259.18
NITROGENO AMONIACAL	mg/l.	11.40
NITROGENO DE NITRATOS	mg/l.	4.28
NITROGENOS TOTALES	mg/l.	15.68
FOSFATOS TOTALES	mg/l.	7.20
GRASAS Y ACEITES	mg/l.	110.00
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	mg/l.	11.10
SULFATOS	mg/l.	69.53
CLORUROS	mg/l.	48.10
FENOL	mg/l.	0.69
COLIFORMES TOTALES	NMP/ml.	2680.00
COLIFORMES FECALES	NMP/ml.	720.00

TABLA VI.6.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL RIO BECERRA.

## VI.4.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL RIO MIXCOAC

En la tabla VI.7 se muestran los promedios anuales de las pruebas físicas, químicas y biológicas del río Mixcoac.

PARAMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
POTENCIAL HIDROGENO	--	7.23
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	umohs/cm.	659.00
SOLIDOS TOTALES	mg/l.	641.00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l.	218.33
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l.	420.67
SOLIDOS TOTALES VOLATILES	mg/l.	325.00
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	181.00
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/l.	367.33
NITROGENO AMONIACAL	mg/l.	12.67
NITROGENO DE NITRATOS	mg/l.	5.17
NITROGENOS TOTALES	mg/l.	17.83
POSFATOS TOTALES	mg/l.	8.02
GRASAS Y ACEITES	mg/l.	115.50
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	mg/l.	11.00
SULFATOS	mg/l.	89.07
CLORUROS	mg/l.	54.47
FENOL	mg/l.	0.69
COLIFORMES TOTALES	NMP/ml.	3900.00
COLIFORMES FECALES	NMP/ml.	680.00

TABLA VI.7.- PRUEBAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL RIO MIXCOAC



## C A P I T U L O   V I I

### INDICE DE CALIDAD DEL AGUA

#### VII.1.- ESCALA GENERAL DE LA EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA

El índice de calidad del agua es un patrón de comparación para saber el estado de su contaminación. Para esto se hace uso de los parámetros físicos, químicos y biológicos. En este estudio se emplearon doce parámetros de los enlistados en el capítulo anterior.

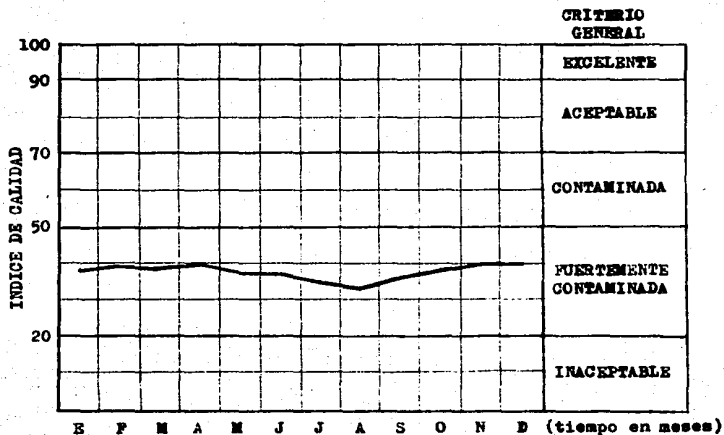
En la tabla VII.1 se muestra la clasificación para la evaluación de la calidad del agua.

	Criterio general	Agua potable	Recreación (turismo)	Acuicultura y vida acuática	Industria y agricultura	Navegación	
Índice de calidad	100	Excelente	No requiere purificación		No requiere purificación	Aceptable	
	90	Aceptable	Ligera purificación	Aceptable para cualquier deporte acuático	Aceptable para todos los organismos		Ligera purificación para algunos procesos
	70	Contaminada	Mayor necesidad de tratamiento	Aún aceptable, no recomendable	Especies sensibles muy sensibles		Se incrementa la necesidad de tratamiento
	60		Dudoso	Dudoso para contacto directo	Dudoso para especies sensibles		
	50	Fuertemente contaminada		Sólo organismos muy resistentes	Sólo organismos muy resistentes		Con tratamiento en la mayor parte de la industria
	30	Inaceptable	Inaceptable	Sin contacto con el agua	Inaceptable		Uso muy restringido
	Inaceptable		Inaceptable		Inaceptable	Inaceptable	

TABLA VII.1.- ESCALA GENERAL DE LA EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA.

## VII.2.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO ESLAVA

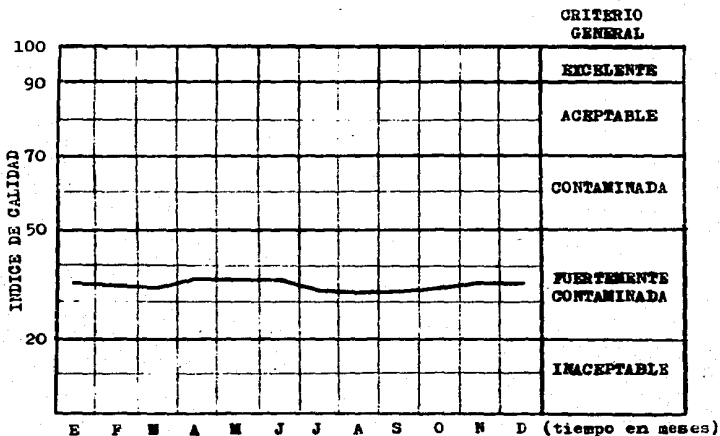
En la gráfica VII.2 se muestra la variación del índice de calidad del agua del río Eslava con respecto al tiempo.



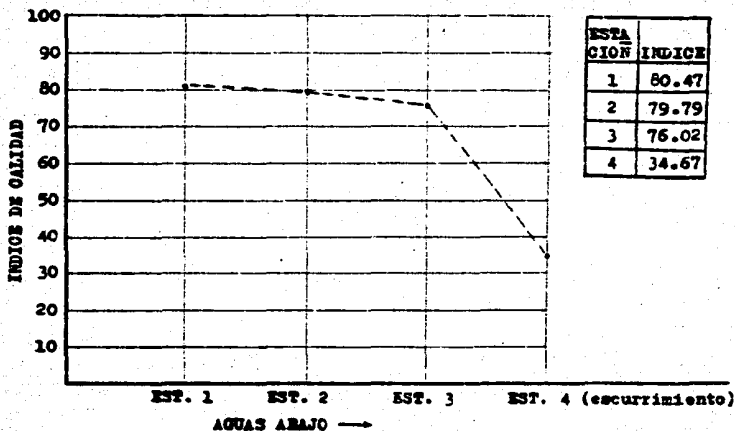
GRAFICA VII.2.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO ESLAVA.

## VII.3.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO MAGDALENA

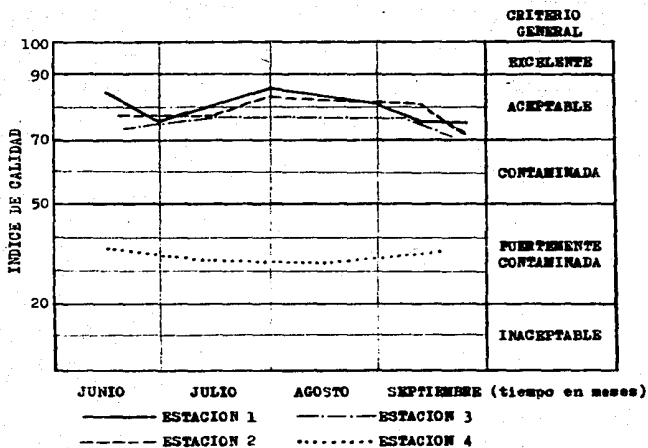
En la gráfica VII.3 se muestra la variación del índice de calidad del agua del río Magdalena con respecto al tiempo. En la gráfica VII.4 se muestra el comportamiento del índice a lo largo del escurrimiento. En la gráfica VII.5 se muestra la variación del índice respecto al tiempo en las cuatro estaciones del río.



GRAFICA VII.3.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO MAGDALENA.



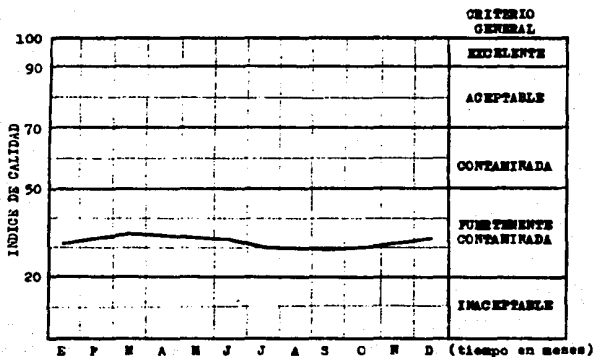
GRAFICA VII.4.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO MAGDALENA A LO LARGO DE SU ESCURRIMIENTO.



**GRAFICA VII.5.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN LAS CUATRO ESTACIONES DEL RIO MAGDALENA.**

## VII.4.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO BECERRA

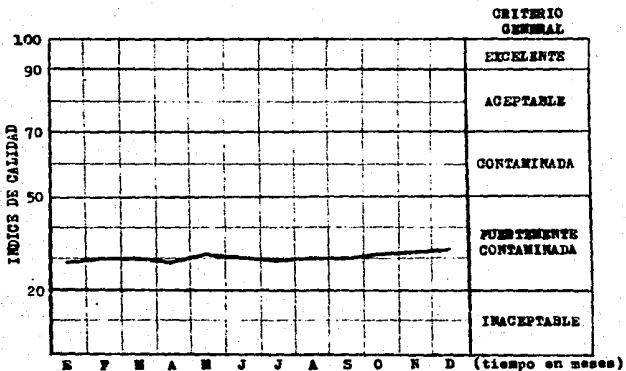
En la gráfica VII.6 se muestra la variación del índice de calidad del agua del río Becerra con respecto al tiempo.



GRAFICA VII.6.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO BECERRA.

## VII.5.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO MIXCOAC

En la gráfica VII.7 se muestra la variación del índice de calidad del agua del río Mixcoac con respecto al tiempo. Por último en la tabla VII.8 se muestra el índice de calidad promedio en el año de los cuatro ríos.



GRAFICA VII.7.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO MIXCOAC.



RIO	INDICE DE CALIDAD
ESLAVA	37.03
MAGDALENA	<del>EST.4</del> 34.67
BECERRA	31.88
MIXCOAC	31.20

TABLA VII.8.- INDICE DE CALIDAD DEL AGUA PROMEDIO ANUAL.

## C A P I T U L O    V I I I

### C O N C L U S I O N E S

#### VIII.1.- SUMARIO

- 1.- El período de formación de la cuenca del Valle de México es entre 60 y 45 millones de años (cuenca cerrada).
- 2.- La industria en el Valle de México esta entre el 50 y 55% de la producción nacional.
- 3.- La población del Valle de México corresponde al 30% de la población nacional.
- 4.- El suministro de agua a la Ciudad de México y zona metropolitana es insuficiente en 4'500,000 de habitantes.
- 5.- La dependencia de agua con las cuencas vecinas al año 2000 es de 50.00 m<sup>3</sup>/seg.
- 6.- Las obras para traer a la cuenca agua de las otras cuencas son muy costosas.
- 7.- Se utiliza el mismo sistema de extracción de agua del subsuelo en las cuencas vecinas que en la del Valle de México (pozos).
- 8.- En el año 1789 se termina el tajo de Nochistongo (cuenca abierta).
- 9.- Se evacua el agua del valle en forma combinada.
- 10.- Sistema de drenaje ineficiente.
- 11.- Los escurrimientos del suroeste y su evacuación por el interceptor y emisor poniente, gran canal y río de los Remedios.
- 12.- Balance hidrológico de la cuenca del Valle de México.

- 13.- Cuatro subcuencas del suroeste de la cuenca del Valle de México.
- 14.- Aspectos contaminantes de la cuenca del Valle de México.
- 15.- El gasto de los escurrimientos del sureste es de 4.00 m<sup>3</sup>/seg.
- 16.- El ciclo de precipitación en el valle es de 5 meses, como en el resto de la república.
- 17.- En los escurrimientos superficiales escurre un importante gasto sólido debido a la erosión del suelo.
- 18.- El índice de calidad del agua marca fuerte contaminación en el agua de los escurrimientos superficiales del suroeste de la cuenca del Valle de México.
- 19.- Los gastos que se suceden durante el resto del año en época de estiaje, son poco significativos para ser considerados como fuentes de abastecimiento.

## VIII.2.- CONCLUSIONES

Para llegar a la conclusión de que el agua producto de la precipitación pluvial en el Valle de México que se transporta superficialmente no es utilizable, los especialistas observan los siguientes factores:

- a) El período de precipitaciones se reduce a cinco meses, observándose en algunos casos grandes precipitaciones en pocos minutos.
- b) No hay estructuras costeables para la captación y almacenamiento de dichas precipitaciones.
- c) Los gastos que se suceden durante el resto del año en época de estiaje, son poco significativos para ser considerados como fuentes de abastecimiento.
- d) La calidad del agua se reduce al entrar en contacto con las aguas residuales producto de los núcleos de población.

Por lo tanto el agua de los escurrimientos superficiales es evacuada del valle por medio de la red combinada de drenaje.

Por otra parte la dependencia de agua de la cuenca del Valle de México con respecto a las cuencas vecinas arroja una expectativa para el año 2000 de 50.00 m<sup>3</sup>/seg. los cuales son extraídos del subsuelo por medio de pozos.

¿ Existirán nuevas alternativas para utilizar el agua producto de los escurrimientos superficiales de la cuenca del Valle de México y específicamente los del suroeste ?

Para contestar la pregunta anterior se harán las siguientes preguntas y respuestas:

¿ En el Valle de México es diferente al resto de la república el ciclo de precipitaciones ?

No, las precipitaciones se suceden en el mismo período de tiempo y con las mismas características.

¿ Porqué entonces en las cuencas vecinas el agua tiene las características suficientes para ser consideradas como fuentes de abastecimiento de agua, como para extraer de éstas 50.00 m<sup>3</sup>/seg. con un costo muy elevado ?

Porque el agua se extrae del subsuelo mediante pozos, asegurando por el momento el suministro de agua.

¿ Se corre el riesgo de que al extraer del subsuelo cantidades tan importantes de agua, en las cuencas vecinas exista un desequilibrio que haga peligrar el abastecimiento de agua a sus mismas zonas de influencia ?

El peligro del desabasto existe y ya se está dando en en la cuenca de Lerma que fue la primera en aportar agua a la cuenca del Valle de México.

¿ La descarga de aproximadamente 110.00 m<sup>3</sup>/seg. que se estima para el año 2000 a la cuenca del Pánuco afectará en alguna forma esta región hidrológica ?

En la actualidad con 76.00 m<sup>3</sup>/seg. se presentan serios problemas de deterioro del medio ambiente en la región por la descarga de esta agua.

Para que el agua producto de la precipitación pluvial que escurre superficialmente en la cuenca del Valle de México sea tomada en cuenta como fuente alterna de abastecimiento, se tendrán que revisar los modelos científicos que dieron origen a las soluciones que se pusieron en práctica desde hace 200 años y sus tendencias que se siguen aplicando hasta la fecha, consecuencia del pensamiento practicado por especialistas de regiones que no se parecen en nada a las características que presenta la República Mexicana, salvando ese obstáculo las alternativas para la utilización del agua producto de la lluvia en el Valle de México se multiplicarían a men de las que ya se tienen y no se toman en cuenta.

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

- 1.- Baena Paz, Guillermina; INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION, MANUAL PARA ELABORAR TRABAJOS DE INVESTIGACION Y TESIS PROFESIONALES; 11a. edición; México, Editores Mexicanos Unidos, 1983.
- 2.- Bosch García, Carlos; LA TECNICA DE INVESTIGACION DOCUMENTAL; 10a. edición; México, UNAM, 1982.
- 3.- Comisión de Aguas del Valle de México; BOLETIN HIDROLOGICO; México D.F., 1977-1987.
- 4.- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica; BOLETIN, LABORATORIO; México, D.D.F., 1981-1987.
- 5.- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica; PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE; 1a. edición; México, D.D.F., 1982.
- 6.- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica; PLAN MAESTRO DE DRENAJE; 1a. edición; México, D.D.F., 1982.
- 7.- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica; EL SISTEMA HIDRAULICO DEL DISTRITO FEDERAL; UN SERVICIO PUBLICO EN TRANSICION; 1a. edición; México, D.D.F., 1982.
- 8.- Gurría Lacroix, Jorge; EL DESAGUE DEL VALLE DE MEXICO DURANTE LA EPOCA NOVOHISPANICA; 1a. edición; México, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 1978.

9.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática;  
CARTA HIDROLOGICA DE AGUAS SUPERFICIALES, CIUDAD DE MEXICO E-14-2.

10.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática;  
CARTAS TOPOGRAFICAS, CIUDAD DE MEXICO E-14-A-39, CUAUTITLAN E-14-  
A-29, MILPA ALTA E-14-A-49, TOLUCA E-14-A-38, VILLA DEL CARBON  
E-14-A-28.

11.- J. Marsal, Raul; Mazari, Marcos; EL SUBSUELO DE LA CIUDAD DE  
MEXICO, TEXTO; 2a. edición; México, UNAM, 1969.

12.- Moreno, Roberto; JOAQUIN VELAZQUEZ DE LEON Y SUS TRABAJOS  
CIENTIFICOS SOBRE EL VALLE DE MEXICO (1773-1775); 1a. edición;  
México, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 1977.

13.- Murguía Vaca, Ernesto; EVALUACION, EFECTOS Y SOLUCION DE LA  
CONTAMINACION DEL AGUA.

14.- Nacional Financiera S.A.; EL MERCADO DE VALORES; Semanario;  
México D.F. año XLII, No. 30, Julio de 1982.

15.- Foursin, Jean-Marie; Dupay, Gabriel; MALTHUS; Traducción Cé-  
sar Guiffard; 1a. edición; Argentina, Siglo XXI, 1975.

16.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; BOLETIN  
HIDROLOGICO; México D.F., 1977-1987.

17.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; PLAN LAGO  
DE TEXCOCO, REVISTA DE DIVULGACION, VOL. XII No. 2; México D.F.,  
1972.



18.- Secretaria de Salubridad y Asistencia; PRIMERA REUNION NACIONAL SOBRE PROBLEMAS DE CONTAMINACION AMBIENTAL, MEMORIA; 1a. edición, tomo I; México, S.S.A., 1973.

19.- Secretaría de Salubridad y Asistencia; PRIMERA REUNION NACIONAL SOBRE PROBLEMAS DE CONTAMINACION AMBIENTAL, MEMORIA; 1a. edición, tomo II; México, S.S.A., 1973.

20.- Springall G., Rolando; HIDROLOGIA, PRIMERA PARTE, Series del Instituto de Ingenieria No. D-7; México D.F., Instituto de Ingenieria, UNAM, 1970.

21.- Censos Nacionales; 1980.