

300615

7
2ey



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

Incorporada a la U. N. A. M

**IMPORTANCIA DEL AGUA RESIDUAL
DENTRO DE LA INDUSTRIA**

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

OCTAVIO F. GALICIA MOYEDA

Director de Tesis: Ing. Edmundo Barrera Monsivais

MEXICO, D. F.

1990



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

INTRODUCCION.

1	GENERALIDADES.	
1.1	Abastecimiento de agua al Valle de México.	1
1.2	Antecedentes del tratamiento de aguas resi- duales.	14
1.3	Uso de las aguas residuales tratadas.	20
1.4	Uso de las aguas renovadas en la industria.	24
2	TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.	
2.1	Sistemas para el reuso.	27
2.1.1	Obras de recolección y transporte.	27
2.1.2	Obras de tratamiento.	29
2.1.3	Obras de disposición.	35
2.2	Procesos de tratamiento de las aguas resi- duales.	39
2.2.1	Tratamiento Preliminar.	40
2.2.2	Tratamiento Primario.	43
2.2.3	Tratamiento Secundario.	46
2.2.4	Tratamiento Terciario.	54
3	SISTEMA ACTUAL DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.	
3.1.	Condiciones Generales.	55
3.1	Planta "Cerro de la Estrella".	68

3.3	Planta "Acueducto de Guadalupe"	76
3.4	Planta "San Juan de Aragón".	79
3.5	Planta "Chapultepec".	82
3.6	Planta "El Rosario".	85
3.7	Planta "Ciudad Deportiva".	87
3.8	Planta "Coyoacan".	90
3.9	Planta "Tlatelolco".	92
3.10	Planta "Bosques de las Lomas".	94
4	CONSUMOS DE AGUA POR LOS SECTORES DEL DISTRITO FEDERAL.	
4.1	Usos del agua dentro del Distrito Federal.	96
4.1.1	Sector doméstico.	97
4.1.2	Sector comercios y servicios.	97
4.1.3	Sector industrial.	102
4.1.4	Resumen de gastos de consumo.	105
4.2	Zonas industriales del Distrito Federal.	111
4.3	Alternativas de reuso de agua residual tratada.	114
4.4	El agua dentro de la industria.	119
4.4.1	Industria química, papelera y textil.	123

5	ASPECTO LEGAL DE LAS AGUAS RESIDUALES Y POLITICA DEL PRODUCTOR DE AGUA RENOVADA.	
5.1	Marco legal de las aguas residuales.	132
5.2	Departamento del Distrito Federal, políti cas de reuso.	141
	CONCLUSIONES.	148
	BIBLIOGRAFIA.	153

INDICE DE CUADROS Y LAMINAS.

C U A D R O S .

CAPITULO 1.

CUADRO 1 Sistema de abastecimiento de agua en 1982. 9

CAPITULO 3.

CUADRO 1 Sistema de Plantas de Tratamiento, D.D.F. 57

CUADRO 2 Calidad de las aguas residuales según su origen. 61

CUADRO 3 Capacidad instalada vs Capacidad aprovechable 1988. 63

CUADRO 4 Cuantificación de efluente empleado 1988. 65

CUADRO 5 Planta "Cerro de la Estrella", efluente entregado. 73

CUADRO 6 Planta "Cerro de la Estrella", efluente para uso industrial. 75

CUADRO 7 Planta "Acueducto de Guadalupe", efluente entregado. 78

CUADRO 8 Planta "San Juan de Aragón", efluente entregado. 81

CUADRO 9 Planta "Chapultepec", efluente entregado. 84

CUADRO 10	Planta "El Rosario", efluente entregado.	86
CUADRO 11	Planta "Ciudad Deportiva", efluente entregado.	89
CUADRO 12	Planta "Coyoacán", efluente entregado.	91
CUADRO 13	Planta "Tlatelolco", efluente entregado.	93
CUADRO 14	Planta "Bosque de las Lomas", efluente entregado.	95

CAPITULO 4

CUADRO 1	Consumo de agua por el sector doméstico.	98
CUADRO 2	Consumo de agua, comercios y servicios por actividad.	100
CUADRO 3	Consumo de agua, comercios y servicios por Delegación.	101
CUADRO 4	Consumo industrial de agua por giro.	103
CUADRO 5	Consumo industrial de agua por Delegación.	104
CUADRO 6	Consumo de agua por los sectores urbanos.	109
CUADRO 7	Consumo de agua por Delegación.	110

L A M I N A S .

CAPITULO 1

LAMINA 1	Cuencas que limitan a la del Valle de México.	3
LAMINA 2	Jurisdicción política de la Cuenca del Valle de México.	4

LAMINA	3	Evolución gráfica del abastecimiento y desalojo de las aguas residuales de la Cuenca del Valle de México.	7
LAMINA	4	Municipios de riego agrícola con uso de agua renovada.	21

CAPITULO 3.

LAMINA	1	Localización de los sitios de muestreo para determinar la calidad de las aguas residuales.	60
LAMINA	2	Sistema de Tratamiento y Reuso D.D.F.	67
LAMINA	3	Planta "Cerro de la Estrella", croquis de localización.	69
LAMINA	4	Planta "Cerro de la Estrella", croquis de alimentación.	70
LAMINA	5	Planta "Cerro de la Estrella", Planta General.	71

CAPITULO 4.

LAMINA	1	Consumo industrial de agua por Delegación.	106
LAMINA	2	Consumo industrial de agua por giro.	107

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

Toda sociedad presenta un conjunto de necesidades naturales o creadas, que deben ser cubiertas en un período y en una forma determinada, para lograr el desarrollo social, económico y humano de la misma.

Para cubrir las necesidades naturales, de acuerdo a las condiciones propias de la sociedad, en varias ocasiones se tienen que realizar trabajos en los que se apliquen formas y métodos especializados debido a que los recursos son: difíciles de obtener, se encuentran lejanos, son escasos o no renovables, lo cual trae consigo un incremento considerable en los costos de obtención.

En el caso de los Estados Unidos Mexicanos, la disponibilidad y distribución del recurso agua a lo largo del Territorio Nacional, resulta ser de una forma no uniforme, y aunado al crecimiento desproporcional de centros de población - en donde el recurso es escaso y que a su vez, éstos al demandar un mayor gasto para los diferentes sectores; (doméstico, servicios, industrial y agrícola) hacen que se generen problemas de: abastecimiento, sobreexplotación de manantios acuíferos, incremento en los costos por la transferencia de volúmenes de agua provenientes de fuentes lejanas, - entre otros.

Que, al paso del tiempo se convierten en agudos, cotidianos y difíciles de resolver, por ello, en la actualidad solo el 60 por ciento de la población nacional dispone de la infraestructura necesaria para el abastecimiento de agua potable. La problemática descrita inicialmente también se ve reflejada en otros servicios con los que debe contar una sociedad, uno de ellos es el de alcantarillado, que para éste, es aún menor el porcentaje de la población nacional que cuenta con él.

En particular el Distrito Federal no se encuentra exento -- del problema de abastecimiento de agua a la población que lo constituye, debido a que en la actualidad los mantos acuíferos propios de la cuenca del Valle de México se encuentran sobreexplotados, provocando con ello la necesidad de obtener el gasto requerido de fuentes lejanas como son las aguas del sistema Cutzamala desde 1982, así como tener en cuenta para un futuro las del río Tecolutla.

Por lo antes expuesto, para contribuir a mantener las condiciones dignas de vida de la población y abatir en la medida de lo posible la problemática antes mencionada y liberar volumenes de agua potable para consumo doméstico, se ha venido realizando el intercambio de agua residual tratada por esta, en aquellos casos o usos en los que no se requiera dicha calidad, como lo han sido: el riego de áreas verdes, ca

mellones, llenado de lagos y suministro a la industria; aun que en este último tipo de reuso ha sido en un porcentaje - mucho menor a los anteriores.

Esta serie de intercambios de volúmenes de agua renovada se ha planeado, pero a la fecha se ha realizado en poca proporción, por parte de la Dirección General de Construcción y - Operación Hidráulica (D.G.C.O.H.) de la Secretaría General de Obras del Departamento del Distrito Federal. Esta es la dependencia responsable de proporcionar los servicios de agua potable y drenaje a los habitantes de la Ciudad de México, así como de realizar las acciones correspondientes para tratar el agua residual y fomentar su reuso.

Por todo lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo general el plantear las posibilidades de reuso industrial del efluente producido por las plantas de tratamiento -- del Departamento del Distrito Federal. Y como objetivo particular proponer como alternativa una industria y una zona determinada en donde se realice el consumo correspondiente, con la finalidad de contribuir en la medida de lo posible a la liberación de volúmenes de agua potable para fines de -- consumo doméstico.

Para el desarrollo del mismo, primeramente se indican las - condiciones en las que se encuentra la población del Distrito Federal, en cuanto abastecimiento se refiere, así mismo,

se señalan los antecedentes y usos del agua residual tratada en el mismo Distrito Federal.

Dentro del segundo capítulo, se manejan dos aspectos: en el primero de ellos se describen los puntos más importantes de la infraestructura de las obras de recolección, transporte, tratamiento y disposición dentro del reuso de las aguas residuales, mientras que dentro del segundo aspecto solamente se trata a manera de información los procesos de tratamiento: preliminar, primario, secundario y terciario; de las aguas residuales.

La descripción general del Sistema de Plantas de Tratamiento operado por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, es planteado dentro del tercer capítulo; - en donde se señalan las características de cada una de las plantas que conforman dicho sistema; así como la cuantificación del efluente producido y una clasificación de éste, de acuerdo con los posibles reusos, con la finalidad de conocer el volumen de agua residual tratada que podría suministrarse a los diferentes usos y en particular a la industria. En lo que respecta al capítulo cuarto, en éste se pretende conocer cuáles son los usos y consumos del agua potable dentro del Distrito Federal a nivel delegacional, en los sectores: doméstico, comercial-servicios, e industrial; en sus diferentes ramas, mientras que particularmente dentro del último sector, (industrial) cuáles son las ramas de mayor

consumo y cual o cuáles de éstas pueden ser viables para -- promover el reuso del agua renovada.

En la última parte, se presenta primeramente parte del Marco Legal de las aguas residuales dentro de los Estados Unidos Mexicanos, para lo cual se transcribirán algunos de los artículos contenidos en diversas leyes en materia de aguas-residuales. En la segunda parte se pretende dar a conocer - en la medida de lo posible un enfoque global de cual es la política del productor de agua residual tratada, este enfoque está basado en la recopilación de datos presentados por la dependencia correspondiente en conferencias, entrevistas así como en medios de comunicación, en los que expone parte de la política y lineamientos en relación con el tratamiento y reuso de las aguas residuales.



generalidades

1 GENERALIDADES.

1.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA AL VALLE DE MEXICO.

El agua es un elemento vital dentro del desarrollo de cualquier sociedad o comunidad, la cual la requiere en grandes cantidades, para ser utilizada tanto en servicios, industrias, así como también para consumo humano, por lo cual, ésta debe contar con un grado de calidad determinada, de acuerdo al uso destinado.

En la historia de la humanidad, las grandes ciudades han tenido que preocuparse por el suministro del agua, debido a - que las fuentes locales de abastecimiento (pozos poco profundos, manantiales, arroyos) comenzaban a ser insuficientes para cubrir la demanda que cada día se incrementaba al paso del tiempo. Esta situación hizo que la comunidad o población se viera obligada a construir sistemas (acueductos) de tal forma de canalizar y traer agua de fuentes lejanas - al asentamiento humano.

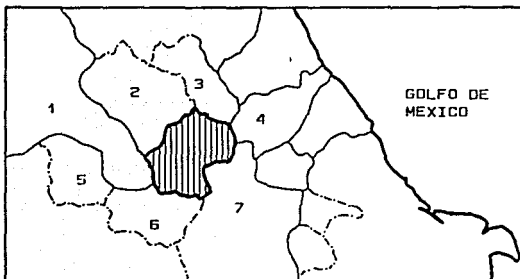
Este hecho demuestra que el hombre a través de su desarrollo ha realizado esfuerzos técnicos, humanos y administrativos, y que haciendo uso de su ingenio y de la tecnología -- existente, ha logrado primeramente la obtención del líquido vital, posteriormente el mejoramiento de su calidad; haciendo uso de procesos de purificación y potabilización, y finalmente el control y distribución del agua, para satisfa--

cer en la medida de lo posible la creciente demanda que exige una población.

El Valle de México, es objeto de atención en esta sección - debido a que en él se concentra el máximo porcentaje de la actividad económica y social del país, y al igual que otras grandes urbes, presenta el problema de abastecimiento de agua. Puesto que la Cuenca del Valle de México, se encuentra sujeta a condiciones de demanda cada vez mayores, de acuerdo a la oferta de la propia cuenca.

La Cuenca del Valle de México se encuentra localizada entre las latitudes 19° 03' 53" y 20° 11' 09" y las longitudes 98° 11' 53" y 19° 30' 24" al oeste del meridiano de Greenwich. Y se encuentra situada en el límite sur de la mesa Central, con una superficie de 9600 km² aproximadamente.

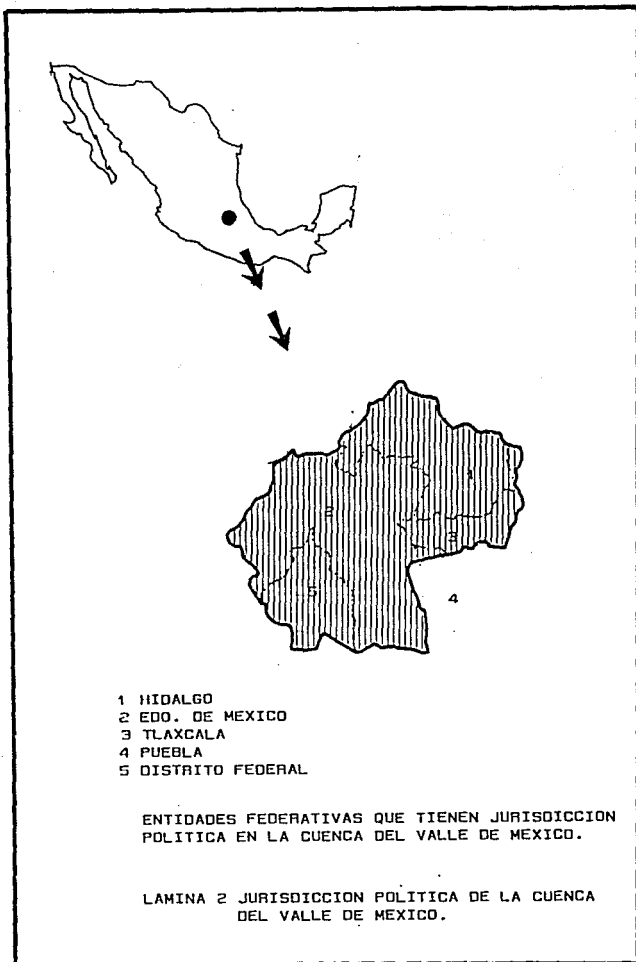
La cuenca originalmente era cerrada, limita al norte con las cuencas de los ríos Amajac, Tula-San Juan tributarias de la cuenca del río Pánuco; al noroeste con la cuenca del río Tecolutla, al sur y sureste con las del Alto Amacuzac y Alto Balsas, tributarias de la cuenca del río Lerma. Tienen jurisdicción política en la cuenca las siguientes Entidades Federativas; Estado de México, Hidalgo, Distrito Federal, Tlaxcala y Puebla con los siguientes porcentajes del área total de la cuenca: 50%, 26.46%, 13.75%, 8.75%, 1.04% respectivamente.



LIMITAN A LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
LAS SIGUIENTES CUENCAS:

- 1 LERMA
- 2 TULA - SAN JUAN
- 3 AMAJAC
- 4 TECOLUTLA
- 5 CUTZAMALA
- 6 ALTO AMACUZAC
- 7 ALTO BALSAS

LAMINA 1 CUENCAS QUE LIMITAN A LA
DEL VALLE DE MEXICO.



- 1 HIDALGO
- 2 EDO. DE MEXICO
- 3 TLAXCALA
- 4 PUEBLA
- 5 DISTRITO FEDERAL

ENTIDADES FEDERATIVAS QUE TIENEN JURISDICCION POLITICA EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.

LAMINA 2 JURISDICCION POLITICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.

Alrededor del año de 1325 el pueblo de los aztecas fundó a 2240 m.s.n.m., en un llano rodeado por lagos y por sierras, una ciudad que en poco tiempo se convirtió en el centro indígena más importante de la región; la Gran Tenochtitlán, hoy Ciudad de México, Distrito Federal.

Desde la época prehispánica fue necesario responder con obras de gran envergadura en las que se resolvieran situaciones de escasez de agua, las cuáles dieron origen en años más tarde al sistema de abastecimiento de agua actual.

En un principio dentro de la época prehispánica, aunque no ocurrieran tormentas extraordinarias, bastaba que en varios años sucesivos se presentaran veranos relativamente lluviosos para que el nivel de los lagos se elevase progresivamente a causa de ser un valle cerrado. Esta situación propició el crecimiento de asentamientos humanos en las superficies cercanas a los lagos, por lo que esta etapa se caracterizó en que el abastecimiento de agua provenía de los manantiales propios de la zona, lo que hizo que se construyeran acueductos para conducir el agua hasta la ciudad.

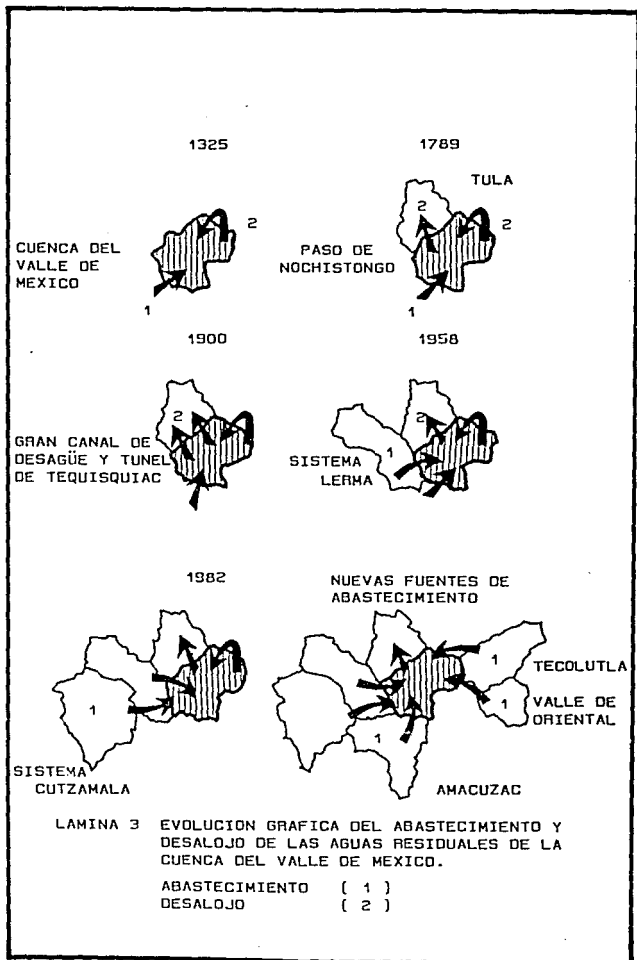
Después de la conquista de México, consumada por los españoles en 1521, las autoridades coloniales siguieron el mismo sistema de los aztecas.

Al incrementarse las concentraciones de población en las orillas de los lagos, el abastecimiento de agua proporcionado por los manantiales resultó ser insuficiente, por lo que se

decidió comenzar a perforar pozos a poca profundidad, en el año de 1847 existían alrededor de 500 pozos, y en el año de 1886 más de 1000. Esto trajo consigo que la presión de los acuíferos de extracción disminuyera y, en consecuencia, también el caudal de los mantiales.

Aunque se continuó con la extracción de agua a través de -- los pozos existentes, a partir de los años 30's del presente siglo, se advierte una deficiencia en las fuentes de --- abastecimiento para satisfacer la demanda de una población que aumentaba rápidamente; en este lapso el gobierno de la ciudad inició la perforación de los primeros pozos profundos de extracción, teniendo una profundidad promedio de -- 200 metros.

Hasta este momento, el abastecimiento de agua se realizó - por medio del aprovechamiento de los manantiales y por la - extracción de los acuíferos propios, por medio de pozos. Al inicio de los años 40's nuevamente se presentó un déficit - en las fuentes de abastecimiento, lo que hizo que en 1942 - se iniciaran las obras para captar agua de los manantiales del río Lerma en el Valle de Toluca, pero no fué sino hasta 1951 cuando este sistema (Lerma) se constituyó como la -- primer fuente de abastecimiento externa al Valle de México, aportando un caudal de $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$.



Para el año de 1957, se incrementó este caudal a $6 \text{ m}^3/\text{s}$, a través de la perforación de casi 200 pozos profundos, aumentando a un total de 234 en los inicios de la presente década con los cuales éste sistema contribuyó con un caudal de $9.4 \text{ m}^3/\text{s}$, a la ciudad de México.

En el año de 1982 se creó la Comisión de Aguas del Valle de México (CAVM), organismo dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.) con el objeto de proporcionar el líquido que satisficiera los incrementos en la demanda, provocados por el crecimiento poblacional del área metropolitana de la Ciudad de México.

A partir de entonces se constituyó el segundo sistema de transferencia de agua del Valle de México; a través de todo un sistema complejo, el cual recibió el nombre de Cutzamala, siendo a la fecha el sistema más viable de abastecimiento como fuente externa.

En el mismo año de 1982, el abastecimiento de agua al Distrito Federal, se captaba mediante 1341 pozos, junto con el suministro proveniente del sistema Cutzamala.

Este conjunto de pozos se reparte en 12 grupos o sistemas de los cuales 6 son operados por el Departamento del Distrito Federal a través de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, los cuales constituyen el 68 % del suministro total, el 32 % restante corresponde a los sistemas operados por la Comisión de Aguas del Valle de México.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN 1982

Dependencia que controla los sistemas	Número de pozos	Caudal promedio (m ³ /s)
<u>Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DDF)</u>		
Lerma	234	9.4
Norte . Chiconautla	39	2.5
. Pozos municipales	23	
Sur . Xochimilco-Mixquic- Xotepingo	122	7.7
. Pozos municipales	21	
Centro . Pozos municipales	96	3.4
Oriente . Pozos municipales (Peñón de los Baños)	41	1.7
Poniente . Pozos municipales	18	0.5
. Río Magdalena (agua superficial)	-	0.2
Manantiales	-	0.3
Pozos particulares	<u>538</u>	<u>1.7</u>
Sub-Total	1 132	27.4 (68%)
<u>Comisión de aguas del Valle de México (SARH)</u>		
Cinco sistemas de pozos	209	10.6
Río Cutzamala (agua superficial)	-	<u>2.0</u>
Sub-Total	209	12.6 (32%)
Total	1 341	40.0 (100%)

CUADRO 1
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN 1982.
FUENTE: SISTEMA HIDRAULICO D.D.F..

De los sistemas operados por el Departamento del Distrito Federal, el 34.3 % lo forman las aguas provenientes del Lerma, el 65.7 % restante se localiza en su gran mayoría en el Valle de México y prácticamente dentro del área urbana; siendo los sistemas siguientes: SUR, NORTE, PONIENTE, ORIENTE, CENTRO.

SISTEMA SUR

Está constituido por los pozos de Xochimilco, Mixquic, Xotepingo, los cuales se localizan al sureste del Distrito Federal, fué el primer sistema de abastecimiento de agua a la ciudad, iniciando su operación en el año de 1913. El sistema está formado por 143 pozos, cuya profundidad promedio es de 200 mts, con un diámetro promedio de 0.45 mts.

SISTEMA NORTE

Está formado por 62 pozos profundos 39 de ellos se localizan en el Estado de México, cubriendo un área aproximada de 80 - km², a esta parte del sistema se le conoce como pozos de Chiconautla. Los 23 pozos restantes se encuentran dentro de la Delegación Atzacapotzalco.

SISTEMA PONIENTE

Este sistema está formado principalmente por 18 pozos profundos, los cuales se localizan en la parte poniente del Distrito Federal, el caudal de aportación es de 0.70 m³/s.

SISTEMA ORIENTE

Este sistema se caracteriza por aportar un caudal de $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$ el cual es extraído de 41 pozos.

SISTEMA CENTRO

Compuesto de 96 pozos, los cuales se localizan en la parte central del Distrito Federal, aportando un caudal aproximado de $3.4 \text{ m}^3/\text{s}$.

COMISION DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO

La comisión de aguas opera seis sistemas, uno de ellos es el sistema Cutzamala, que aporta un caudal de $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Los cinco restantes están constituidos por una serie de pozos, que aportan un caudal de $10.64 \text{ m}^3/\text{s}$, estando constituidos de la siguiente forma:

SISTEMA	CAUDAL m^3/s
Pozos aislados	0.502
Sur	2.502
Texcoco	6.403
Tlahuac/ Netzahualcoyotl	1.049
Norte	0.190
Total	<hr/> 10.646

Actualmente el abastecimiento de agua a la Ciudad de México, se lleva a cabo de la misma forma, es decir una parte del sistema de abastecimiento es operado por el Departamento del Distrito Federal y otra por la Comisión de Aguas del Valle de México, los cuales en forma conjunta aportan un caudal de $60 \text{ m}^3/\text{s}$.

El conjunto de pozos que abastecen de agua a la Ciudad de México a la fecha se encuentran sobreexplotados, este último hecho ha ocasionado una serie de consecuencias de importancia; como son los hundimientos por parte del subsuelo, provocando que se disloquen tuberías, también ha hecho que se provoque el deterioro de la calidad del agua subterránea al transcurrir el tiempo, debido a que se extrae agua proveniente de mantos acuíferos que son poco permeables, es decir, este tipo de agua permanece mucho tiempo en contacto con formaciones geológicas las cuales contienen algunas sustancias disueltas como: hierro, manganeso, en mayores concentraciones, haciendo que se altere la calidad química del agua, provocando una disminución de ésta.

Desde la época de los años 30's se inició la medición sistemática de la calidad física, química y bacteriológica del agua, esta actividad se intensificó a partir del año de 1953 observándose como resultado el deterioro de la calidad del agua debido a la sobreexplotación de los mantos.

Para resolver esta última situación, hasta la fecha ha sido suficiente desinfectar el agua a través del empleo de métodos de cloración en las plantas que llevan este proceso.

La infraestructura con la que cuenta el sistema de agua potable del Departamento del Distrito Federal, para el control de la calidad del agua, se encuentra integrada por 235 pequeñas plantas de cloración, distribuidas a lo largo de toda la ciudad para llevar a cabo la desinfección en forma individual del agua proveniente de los manantiales y de los pozos; 227 plantas emplean para cumplir su función hipoclorito de sodio en solución; las 8 restantes emplean cloro gaseoso.

Existen además nueve plantas que cloran o recloran los caudales integrados del conjunto de pozos, así como cuatro plantas donde se utilizan tratamientos químicos para acondicionar la calidad del agua.

El crecimiento acelerado de la población, ha provocado que las fuentes de abastecimiento de agua potable sean insuficientes. Por esta razón el gobierno ha tomado en cuenta nuevas fuentes de abastecimiento de agua, para ello, en la actualidad las más viables para lograrlo son las cuencas de los ríos Tecolutla y Amacuzac.

1.2 ANTECEDENTES DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

El hombre con el uso del agua, satisface una serie de requerimientos en la industria, servicios, consumo humano, entre otros. Una parte del agua que se abastece es utilizada y otra es desalojada, ésta última puede provenir de viviendas, edificios, industrias, instituciones de servicio. A la combinación de los líquidos de desecho junto con las aguas pluviales captadas por el sistema de alcantarillado, se les conoce como: aguas residuales; las que provienen de viviendas, edificios se les conoce con el nombre de: aguas residuales domésticas o sanitarias, las que provienen de las industrias reciben el nombre de aguas residuales industriales.

En la época prehispánica el aumento de los niveles de los lagos comenzó a ocasionar daños cuantiosos por las inundaciones que se presentaban en los asentamientos humanos situados en las orillas de los lagos.

El problema de las aguas residuales pluviales se resolvió mediante la construcción de bordos y diques de contención; este hecho al agravarse hizo que en el año de 1450 se construyera un gran dique de 16 km. de longitud para proteger a la Gran Tenochtitlan de las frecuentes inundaciones. Para el año de 1604, se realizó la construcción de la primera salida artificial de la Cuenca del Valle de México, localizada al Noroeste de la misma, ésta recibió el nombre de Tajo de Nochistongo. Esta salida fue suficiente por varios años, pero

alrededor del año de 1856, las inundaciones fueron más alarmantes; fué entonces cuando se decidió emprender nuevas obras de desalajo de aguas residuales; el Gran Canal de Desagüe y el Tunel de Tequisquiac, con éstas se constituyó la segunda salida artificial del Valle de México, entrando en operación en el año de 1900.

A principios del mismo siglo se construyó una red de alcantarillado formada principalmente por colectores que van de poniente a oriente, siguiendo de manera aproximada la pendiente del terreno. Esta conducción, constituyó una obra importante de desalajo de aguas residuales; la descarga del conjunto se realizaba al Gran Canal, pero por el aumento demográfico y por la expansión urbana, este sistema se hizo insuficiente haciendo que en el año de 1940 se presentaran varias inundaciones en las partes bajas de la ciudad.

Debido al asentamiento del subsuelo ocasionado por la sobreexplotación de los acuíferos, se provocó el deterioro del drenaje y por lo tanto se disminuyó la capacidad de desalajo de las aguas residuales, haciendo que el drenaje proyectado originalmente para que trabajara por gravedad, requiriera de un bombeo adicional para elevar las aguas hasta el nivel del Gran Canal de Desagüe.

Del año de 1952 a 1966, se completó la red de colectores y se entubaron en forma total o parcial los ríos Churubusco, Mixcoac, La Piedad y Consulado, que conducían aguas residuales a cielo abierto en condiciones insalubres.

Del año de 1960 a 1965 se realizaron obras como la construcción del Interceptor y Emisor Poniente, con objeto de recibir y desalojar las aguas residuales del oeste de la cuenca. El desmesurado crecimiento urbano del Distrito Federal provocó una mayor demanda de superficie; este hecho hizo que la capacidad del drenaje del Gran Canal y del Emisor Poniente se vieran insuficientes. Por ello se contempló en el año de --- 1975 la construcción de la primer etapa de un sistema con el cual se lograra desalojar en su totalidad el volumen de las aguas residuales; ésto dio origen al sistema de Drenaje Profundo, del cual una parte se encuentra funcionando actualmente y otra se encuentra en construcción. Con este tipo de drenaje el Departamento del Distrito Federal cuenta con el componente más importante del sistema general de desagüe para el servicio de la población.

Este sistema prácticamente no es afectado por los asentamientos del terreno y opera por gravedad, sin necesidad de bombeo, razones por las cuales hace que sea una obra durable y económica a largo plazo, a pesar de las inversiones cuantiosas en el inicio de su implantación.

Debido al constante aumento de la demanda del agua potable, se ha considerado hacer uso de las aguas residuales a través del reuso, para lo cual debe realizarse en estas últimas, -- (aguas residuales) una serie de procesos con la finalidad de eliminar los organismos patógenos, minerales disueltos, -

productos químicos que pueden ser peligrosos, así como otras sustancias, haciéndolas más adecuadas en diversos usos, en donde no se requiera la calidad de potable; es decir proporcionar la calidad que se desee de acuerdo al uso, a éste conjunto de procesos se les conoce con el nombre de Tratamiento de las Aguas Residuales, existiendo varios tipos para realizarlo.

Las aguas residuales, son aguas que ya han sido utilizadas por la población; al provenir de varias fuentes éstas poseen una diversidad de contaminantes. Las características de las aguas residuales se clasifican en: físicas, químicas y biológicas; para conocer éstas, se parte de la determinación de varios parámetros como: el contenido total de sólidos, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, cantidad y características de bacterias, cantidad de materia orgánica e inorgánica, en algunos casos es necesario tomar en cuenta la temperatura, color, olor y turbiedad entre otras características.

A través de la determinación de éstas características, es posible medir, determinar y conocer el grado de calidad de las aguas residuales, el cual es necesario para seleccionar el tipo de tratamiento al que será necesario someterlas para evitar efectos adversos en los usos en los que se disponga el caudal tratado.

Respecto al sistema de tratamiento de aguas residuales que opera el Departamento del Distrito Federal, en el año de 1956, este sistema contó con la primer planta de tratamiento localizada en el Bosque de Chapultepec; las aguas tratadas producidas por esta planta se destinaron al riego de áreas verdes y llenado de lagos del propio bosque.

Para el año de 1978, el sistema se amplió a ocho plantas; CERRO DE LA ESTRELLA, COYOACAN, SAN JUAN DE ARAGON, CIUDAD DEPORTIVA, CHAPULTEPEC, ACUEDUCTO DE GUADALUPE, BOSQUES DE LAS LOMAS, con una capacidad instalada de $4.3 \text{ m}^3/\text{s}$, pero con una capacidad aprovechable de $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$, debido a que no se había dado el mantenimiento adecuado, ni se había completado la red de distribución para utilizar las aguas renovadas, además de que la demanda de riego y llenado de lagos fluctúa a lo largo del año.

Aunque parecía adecuado incrementar sustancialmente la capacidad instalada del sistema, con el fin de producir volúmenes de agua renovada que liberaran volúmenes de agua potable existían muchas dudas, es decir se desconocían las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales que conducía el sistema de drenaje del Distrito Federal y, por lo tanto, no era posible determinar el uso que podrían tener una vez que fuesen renovadas, ni determinar los procesos de tratamiento necesarios para lograr la calidad requerida por los respectivos usuarios.

Debido a que el sistema de drenaje del Distrito Federal conduce una mezcla de aguas de lluvia y aguas residuales domésticas e industriales, fué hasta principios de esta década -- cuando se empezó a monitorear la calidad física, química y biológica de la mezcla antes mencionada. Este monitoreo se enfatizó en la detección y medición de los contaminantes de origen estrictamente industrial, los cuales hacen que el --- agua residual sea recalcitrante a tratamientos biológicos y agresivos a las estructuras que la conducen.

Actualmente el Departamento del Distrito Federal a través - de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica opera nueve plantas de tratamiento, siendo Tlatelolco la- que se anexó posteriormente al sistema original, con la cual se aumenta 20 lts/seg más a la capacidad instalada anterior, siendo ésta actualmente de 4320 lts/seg, mientras que la capacidad aprovechable es de 2845 lts/seg.

1.3 USO DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS.

Las aguas residuales tratadas pueden ser utilizadas en varios usos, éstos dependen de la calidad requerida por cada uno de ellos, así como también de la calidad de los efluentes producidos por las plantas de tratamiento.

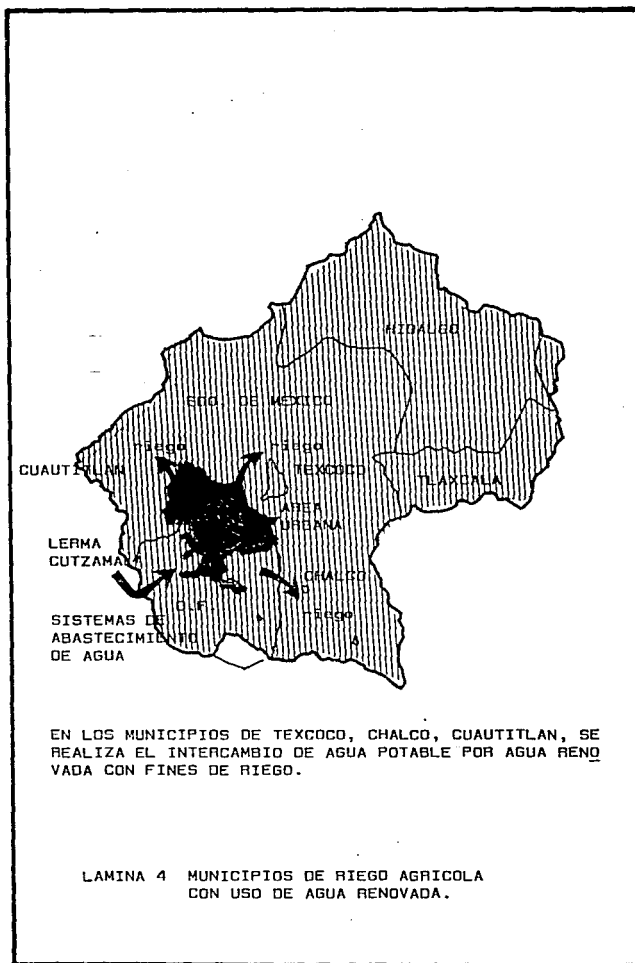
Algunas de las formas de reuso del agua residual pueden ser:

- * Riego agrícola.
- * Riego de áreas verdes.
- * Llenado de lagos artificiales.
- * Industrial.
- * Comercios y servicios.
- * Recarga de acuíferos.
- * Recirculación en vivienda.

RIEGO AGRICOLA

Para llevar a cabo el reuso en este campo, es necesario que la calidad física, química y biológica del agua renovada no provoque daños a los suelos y cultivos, así como también se debe evitar cualquier daño a los consumidores de los productos que fueron regados con este tipo de agua.

Aunque dentro del Distrito Federal, la agricultura no se practica a gran escala, dentro de los municipios de Chalco, Cuautitlán y Texcoco, en el Estado de México, se ha venido realizando el intercambio de agua potable por aguas renovadas.



El caudal para este intercambio es de $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$, captado del sureste del Distrito Federal, donde se cuenta con aguas residuales con media influencia industrial, a este caudal se le aplica un proceso de tratamiento primario y una desinfección al efluente para su utilización.

AREAS VERDES Y LLENADO DE LAGOS ARTIFICIALES

Actualmente la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, del efluente producido por las plantas de tratamiento que tiene en operación, el 95 % del gasto empleado es destinado a este uso.

COMERCIOS Y SERVICIOS

La calidad del agua requerida en estos usos, debe provenir de la realización de un proceso de tratamiento avanzado, debido a que el usuario tendrá contacto directo con este tipo de agua; usándola en servicios como: sanitarios, lavado de calles, vehículos, entre otros. Para llevar a cabo este tipo de reuso, se deberá realizar la construcción de redes de distribución a las localidades o sitios donde se pretenda realizar este reuso de las aguas renovadas.

RECARGA DE ACUIFEROS

Este uso consiste en recargar aquellos acuíferos que han sido explotados, es el uso con más práctica, así como el de mayor aceptación a nivel mundial.

La calidad del agua a emplear en este tipo de uso, debe ser como mínimo la calidad del agua que posee el acuífero donde se va a realizar la recarga, con esto se garantiza el aprovechamiento del gasto en un futuro.

De acuerdo a esta última característica, se puede considerar esta posibilidad como una de las más factibles a realizar -- dentro del área metropolitana y a su vez tomarse en cuenta -- como una forma de almacenamiento y ser explotada en casos necesarios como aquellos en los que los usos no requieran una calidad similar a la potable; con lo que se podrán liberar volúmenes de agua potable para consumo doméstico.

RECIRCULACION EN VIVIENDA

Esta opción no parece muy atractiva actualmente, pero puede serlo en un futuro no muy lejano, actualmente se han desarrollado una serie de tecnologías que permiten el uso de aguas renovadas en los sistemas hidráulicos y sanitarios a bajos costos y en forma segura; por ejemplo en las casas el consumo por parte del sanitario, puede satisfacerse mediante el reuso de las aguas utilizadas en la regadera o en el lavabo, a través de un previo almacenamiento, con o sin un tratamiento preliminar.

1.4 USO DE LAS AGUAS RENOVADAS EN LA INDUSTRIA.

El abastecimiento de agua a la Cuenca del Valle de México, se ha hecho cada día más difícil, debido a que se ha llegado a un punto en donde se tiene una sobreexplotación de los acuíferos existentes, (situación que se debe remediar) y se tiene que traer agua de fuentes lejanas a la propia cuenca, lo cual ha originado que los costos de obtención de agua potable cada día sean mayores; misma situación que se ve reflejada directamente en los costos de producción de los productos elaborados por las industrias.

Por lo antes expuesto y con la finalidad de liberar volúmenes de agua potable para aquellos usos en donde se requiera esta calidad, se debe tomar en cuenta por parte de las industrias del Valle de México el hacer uso de las aguas renovadas, y aquellas que ya lo realizan, incrementar el uso de las mismas.

El considerar esta posibilidad de reuso dentro de las instalaciones de las industrias, implica que se va a ver reflejada directamente en los costos de producción, debido a que el costo de un metro cúbico de agua renovada debe ser menor en comparación al que presenta el costo de un metro cúbico de agua potable.

El agua que la industria demanda, puede clasificarse de dos formas:

* Por el tipo de industria.

* Por el uso asignado.

Para el primero el Departamento del Distrito Federal de apartir de la cuantificación de los usos del agua, a la industria la ha clasificado como: QUIMICA, TEXTIL, PAPELERA, BEBIDAS, METALURGIA, METAL-MECANICA, ALIMENTOS, TENERIA, PLASTICOS, OTROS.

De este grupo de industrias, las de mayor consumo son: bebidas y alimentos; siguiendole a estas la papelera y textil.

Por el uso asignado, el agua puede emplearse en sistemas de enfriamiento, en calderas, procesos de fabricación y usos generales dentro de las instalaciones de las industrias.

En cada uno de estos usos, para que se pueda emplear el agua renovada; se debe contar con la calidad específica, debido a que cada industria requiere una calidad diferente, este hecho hace que sea más difícil el implantar en forma general el reuso del agua residual tratada dentro de la gran diversidad de industrias que existen.

Pero a pesar de esta situación los principales beneficios que se tienen al hacer uso de las aguas residuales tratadas en la industria son:

- * Tener una fuente de abastecimiento más barata, - permanente y con volúmenes que, en lugar de esca sear, tienden siempre a incrementarse.
- * La liberación de agua potable, para consumo humano.
- * La garantía del volúmen de abastecimiento y el - menor precio; que pueden estimular al desarrollo de la planta industrial.

Aunque de la producción de las plantas de tratamiento que -- opera la Dirección de Construcción y Operación Hidráulica, - el mayor porcentaje es utilizado para el riego de áreas verdes y llenado de lagos artificiales, se debe considerar la - posibilidad de incrementar el porcentaje correspondiente al - reuso industrial, haciendo así que la capacidad aprovechable aumente en forma considerable.

procesos de tratamiento de las aguas residuales

2 TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

2.1 SISTEMAS PARA EL REUSO.

Aguas residuales es una expresión que comprende alguno de -- los líquidos siguientes o las posibles combinaciones de:

- a) Los líquidos de desagüe de viviendas, edificios, de oficinas, e instituciones de otra índole.
- b) Los líquidos efluentes de las instalaciones industriales.
- c) Todo tipo de aguas subterráneas, superficiales, o pluviales que son admitidas y conducidas por un sistema de alcantarillado.

El conjunto de éstos líquidos, tienen relación directa con -- tres partes de un sistema que son determinantes en el uso -- que se les pueda dar a las aguas residuales tratadas; siendo estas partes:

1. OBRAS DE RECOLECCION Y TRANSPORTE

2. OBRAS DE TRATAMIENTO

3. OBRAS DE EVACUACION O DISPOSICION

2.1.1 OBRAS DE RECOLECCION Y TRANSPORTE.

El primer elemento de este sistema lo constituyen las obras de recolección y transporte que comprenden todos aquellos -- trabajos que contribuyen a la recolección del agua residual de una sociedad, la cual esta en función del volumen de agua que se suministra, así como del gasto de aguas pluviales, su

perfciales o subterráneas.

El conjunto recolectado es transportado a través de la red de alcantarillado, que esta formada por una serie de tubos o ductos en los que el gasto generalmente no fluye a sección llena conduciéndolo a los sistemas de tratamiento de aguas residuales, que comprenden los procesos a los que se someten éstas, para eliminar los elementos nocivos, con el fin de convertirlas en aguas menos ofensivas, para que posteriormente sean -- evacuadas por cualquier método o procedimiento.

La red de alcantarillado de aguas negras es la destinada a la recolección de las aguas residuales domésticas, aunque tam -- bién se emplea para recoger las aguas residuales industriales que como su nombre lo indica son producto de industrias cuyos efluentes presentan variaciones en su composición, debido a -- que cada industria realiza diferentes operaciones y actividades; en algunas ocasiones las descargas son relativamente lim -- pias, en otras se encuentran cargadas de altos porcentajes de contenido de materia orgánica, mineral e inorgánica entre o -- tros, y en casos muy especiales llegan a contener sustancias corrosivas, venenosas, inflamables o explosivas.

En el caso de las aguas pluviales, éstas son conducidas a tra -- vés de la red denominada de aguas pluviales, misma que tam -- bién conduce las aguas de limpieza de las calles.

De acuerdo a las condiciones antes mencionadas la red de al -- cantarillado puede ser combinada, es decir realiza la recolec -- ción y transporte de las aguas residuales domésticas, indus --

triales y de lluvia, a esta red también se le conoce con el nombre de red unitaria, pero si el agua residual pluvial se conduce en forma individual del resto de los líquidos (domésticos e industriales) se le conoce con el nombre de red de alcantarillado separada.

Una red de alcantarillado de acuerdo a las condiciones particulares de donde se realice su instalación, tiene un modelo-determinado, que está en función de factores como los siguientes:

- 1) Tipo de red. (combinada o separada)
- 2) Características de la urbanización.
- 3) Topografía, hidrología, geología de la zona.
- 4) Localización y naturaleza de las obras de tratamiento.
- 5) Localización y naturaleza de las obras de distribución.

2.1.2 OBRAS DE TRATAMIENTO.

El segundo elemento del sistema para el reuso, lo constituye las obras de tratamiento, formadas por el conjunto de estructuras e instalaciones, donde se llevan a cabo una serie de procesos físicos, químicos, biológicos sobre los efluentes residuales, con la finalidad de renovarlos; haciendo que éstos puedan ser utilizados en diversos usos de acuerdo a las condiciones de calidad que presenten después de haber sido tratados, así como también de la calidad requerida en los diferentes usos que se les pueda dar.

El conjunto de estructuras e instalaciones donde se realizan los procesos de renovación de las aguas residuales, reciben el nombre de "PLANTAS DE TRATAMIENTO", para su instalación deben tomarse en cuenta varios aspectos como son:

planeación, trabajos de ingeniería conceptual y de detalle, presupuestación, ejecución, supervisión, control; de tal modo de lograr resultados positivos que en el futuro se reflejen en el bienestar de la comunidad o comunidades que tengan relación en forma directa o indirecta con la planta de tratamiento.

Como se hizo notar en el capítulo anterior, las fuentes de abastecimiento de agua cada día son más escasas o se encuentran en lugares más lejanos, y por lo tanto la obtención es más elevada en cuanto a costo, por lo que en la actualidad el hacer uso de las aguas residuales renovadas es una necesidad, la cual para ser cubierta debe estar soportada por un conjunto de sistemas que puedan proporcionar tanto el gasto, como la calidad requerida por una comunidad o sociedad.

Por todo lo anterior, a continuación se señalan algunos de los aspectos que deben tomarse en cuenta en la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

PLANEACION

Dentro de la planeación debe determinarse la relación óptima de la posición, tamaño y naturaleza de la planta considerando:

- * La fuente y calidad del agua que se va a tratar.
- * Las leyes y reglamentos relativos en vigor, federales, estatales, o municipales.
- * La naturaleza del medio receptor en el que se van a descargar las aguas renovadas.
- * La calidad requerida de acuerdo al uso destinado.
- * La topografía y configuración de la zona y medio circundante.
- * El estudio a futuro del crecimiento poblacional y de la población de consumo.

DISEÑO

En el aspecto de diseño, tomando en cuenta las condiciones sociales y económicas de la población en donde se realicen los trabajos, entre los aspectos a considerar se tienen:

- * El número de años o período de diseño.
- * La factibilidad o dificultad para hacer ampliaciones.
- * La población de diseño.
- * El área que ha de servirse.
- * La relación de uso de agua y de desalojo del agua residual.
- * El consumo por uso destinado.
- * El probable comportamiento de la planta durante los primeros años.
- * Las condiciones de operación.
- * La distribución de la planta.
- * El establecimiento de edificios internos.

- * El conjunto de instalaciones necesarias.
- * Las normas y especificaciones.

OPERACION

En lo que respecta a las condiciones de operación, ésta puede realizarse en forma manual, pero actualmente con ayuda de la mecanización, se han substituído funciones que no fácilmente se pueden desempeñar a mano; trayendo consigo la optimización de recursos. También se deben tomar en cuenta los aspectos de instrumentación y de automatización, para lograr controles específicos ya que en las plantas de tratamiento se registran flujos entrantes, salientes, niveles de gasto, operaciones de los equipos sopladores, bombas, temperaturas, -- pruebas químicas, biológicas, entre otras.

DISTRIBUCION

La distribución de una planta de tratamiento es un aspecto -- muy importante para lograr el mejor funcionamiento, entre -- los puntos a tomarse en cuenta son: los espacios para caminos, andadores, túneles si los hay, escaleras, así como las posibilidades de ampliación en un futuro. A partir de ésta -- última posibilidad (ampliación) puede definirse dos tipos de distribución: la unitaria y la funcional.

Para el primer caso, son dos unidades autocontenidas, en -- ellas se producen ahorros por el diseño de muros que sirven -- en común con las unidades adyacentes, por la reducción de tu

berfías y válvulas al mínimo, por la conservación del espacio y la eliminación de pasos innecesarios.

Una de las desventajas de mayor importancia que tiene éste tipo de distribución; es el hecho de tener que poner fuera de servicio unidades completas cuando se requiera realizar cualquier tipo de reparación.

La distribución funcional, tiene la característica de poner en paralelo los componentes de los diferentes sistemas de tratamiento, incluyendo los espacios para agregar componentes en un futuro. Entre las ventajas que presenta este sistema de distribución se tienen:

- * Flexibilidad de operación.
- * La economía en la construcción mediante una buena planeación.
- * La ampliación de la planta en el momento necesario.

EDIFICIOS

Dentro de este aspecto, en el diseño de plantas de tratamiento, se deben tener especial cuidado en lugares, espacios, cuartos o alojamientos para:

- * Las bombas de agua natural, aguas residuales y lodos.
- * Los compresores, motores, filtros de aire.
- * El equipo de secado.
- * El almacenamiento de productos químicos.
- * El laboratorio.
- * Las oficinas centrales.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES

Referente a las normas y especificaciones que se deben aplicar en la instalación de las plantas de tratamiento, a continuación se mencionan algunas de ellas.

- * Tipos de Alumbrado.
- * Instalaciones Electromecánicas.
- * Sistemas de Abastecimiento.
- * Materiales de Construcción y de los Equipos.
- * Estructuras y Construcciones Metálicas.
- * Recubrimientos Protectores.
- * Dispositivos de Seguridad.

Por el conjunto de condiciones antes descritas; una planta de tratamiento, debe considerarse como una obra más de ingeniería que requiere del pleno conocimiento de la misma, en todas ramas, materias que la conforman y con éstas, tres características que tienen relación directa y predominan en cualquier obra de ingeniería: COSTO, TIEMPO Y CALIDAD .

Dentro de una planta de tratamiento la característica de calidad, puede decirse que está implícita; ya que de la obra en su totalidad depende el efluente producido, para que éste pueda ser utilizado.

En lo que respecta al tiempo de ejecución, depende de los requerimientos, de la liquidez con la que se cuente, así como de los aspectos generales que se indicaron anteriormente de acuerdo al proyecto.

Pero la última característica; predominante y que influye directamente en la toma de decisión para la construcción de la planta es el costo, debido a los volúmenes de los materiales, a los equipos especiales que son necesarios; que hacen que a medida que se avance en el estudio de la instalación de una planta; el costo también esté en crecimiento. Por esto último se indicó en un inicio y se reafirma nuevamente que son varios los beneficios que se reciben de una planta de tratamiento de aguas residuales, pero que la inversión es cuantiosa o elevada en un inicio; por ello los administradores de las mismas, los ingenieros, deben tomar muy en cuenta esta situación y prestarle especial atención a las características y tendencias sociales, políticas y económicas de la región, población o ciudad en donde se pretenda realizar una obra de tal envergadura.

2.1.3 OBRAS DE DISPOSICION.

Las obras de disposición, consisten en los métodos necesarios para realizar la descarga de las aguas residuales tratadas en un medio, el cual puede ser sobre aguas superficiales en forma directa o indirecta, sobre terrenos, en forma directa o -- por medio de inyección con la ayuda de pozos profundos o indirectamente por percolación; existen también sistemas por evaporación a la superficie, en donde la forma más común son los estanques de estabilización.

Originalmente la disposición de las aguas residuales puede realizarse con o sin un tratamiento, esto depende de la capacidad del medio en el que se realice la descarga; aunque es conveniente por las condiciones naturales realizar un tratamiento con el objetivo de evitar condiciones adversas o desequilibrar las relaciones biológicas que existan del medio de descarga, por ello el tratamiento a realizar debe ser por lo menos a un nivel equivalente al proceso secundario, cabe mencionar que dentro de la Ley Federal de Aguas, se hace mención a éste hecho.

En lo que se refiere a la disposición del agua tratada sobre cursos de agua, simplemente esta forma consiste en derramar el efluente en aguas superficiales como las de un río, mar o lago; éste método recibe el nombre de dilución. Entre los efectos que se pueden tener al realizar la descarga de acuerdo a la calidad del agua renovada; es la reducción de las especies marinas que puedan existir, el desequilibrio entre la vida vegetal y animal.

El vertido del agua residual sobre el terreno puede realizarse con fines de riego en donde una parte del efluente descargado se evapora, mientras que otra se filtra y promueve la producción de cosechas. Este tipo de disposición puede realizarse aplicando diferentes técnicas como: el riego por aspersión, la infiltración rápida y el escurrimiento sobre el terreno.

Las dos primera técnicas, dependen de la posibilidad del movimiento descendente del agua a través del suelo, el cual está en función de las características del mismo. Para el caso del riego por aspersión, éste se realiza a través de un sistema - construido por grandes brazos que giran alrededor de un eje - central y que son capaces de regar toda una superficie; también puede emplearse a través de sistemas constituidos por redes de tuberías enterradas o dispuestas sobre el terreno. La infiltración rápida tiene la ventaja de admitir grandes volúmenes de agua para realizar la disposición, debido a que el agua residual tratada se vierte en tanques de grandes dimensiones construidos en terrenos formados por arenas o algún otro material de alta permeabilidad

En el caso de la técnica de escurrimiento sobre el terreno, - el efluente se aplica en suelos de poca permeabilidad, ya que el agua debe recogerse una vez que recorrió el área del terreno sobre el que se derramó el gasto, en este tipo de evacuación, las condiciones del terreno son básicas para evitar problemas posteriores como pueden serlo las erosiones.

El vertido por medio de la inyección a través de pozos, puede constituirse como una forma de almacenamiento de agua, para ser utilizada en un futuro, de acuerdo a las necesidades que presente la población.

Cabe mencionar que la disposición de las aguas renovadas, puede darse de acuerdo a un uso destinado, el cual depende de la de la calidad del efluente y de la calidad requerida. Así tam

bién puede existir una reutilización múltiple del efluente - producido por las plantas de tratamiento, dependiendo de la calidad decreciente que se va presentando en el gasto conforme a los usos en los que se utilice.

De cualquiera de los sistemas de vertido de las aguas residuales (sobre cursos de agua, sobre terrenos, o por evaporación) el ingeniero debe estudiar cada una de las características de los mismos, así como las del medio en el que se va a realizar la descarga, para determinar cuál de las técnicas es la más económica posible, que sea ecológicamente recomendable y que socialmente no repercuta a la población; de tal modo de lograr en la medida de lo posible el mayor número de beneficios que trae consigo la reutilización del agua-residual tratada.

2.2 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Se entiende por tratamiento de aguas a la serie de métodos y procesos a los que se sujetan las aguas según sea su origen, para impartirles determinada calidad de acuerdo al uso que se les vaya a dar, así como para evitar toda serie de condiciones ofensivas al usuario; éstos procesos se desarrollan dentro de un área limitada y bajo condiciones controladas.

En el caso de las aguas naturales con fines de consumo doméstico, el proceso de tratamiento recibe el nombre de potabilización, mientras que en el caso de las aguas negras o residuales, los procesos a los que se somete el agua correspondiente se les denomina TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

El carácter y grado de tratamiento necesarios dependen en gran medida de la naturaleza del agua residual, la que a su vez, depende del origen y de la calidad del efluente a tratar.

Otro factor a considerar al elegir el tipo y grado de tratamiento es la calidad requerida en el agua residual renovada, ya sea por la legislación nacional en vigor vigente, o por las necesidades presentes; es decir el uso en el que se requiera ésta, así como por los recursos económicos disponibles para lograr el grado de calidad requerido.

De acuerdo a las condiciones antes mencionadas, los procesos de tratamiento para renovar las aguas residuales son:

TRATAMIENTO PRELIMINAR .

TRATAMIENTO PRIMARIO .

TRATAMIENTO SECUNDARIO .

TRATAMIENTO TERCIARIO .

2.2.1 TRATAMIENTO PRELIMINAR O PRETRATAMIENTO.

El agua residual contiene cantidades variables de sólidos flotantes y suspendidos, algunos de tamaño considerable, tales como trapos, pedazos de madera, metal, plástico entre otros; que pueden llegar a la red de alcantarillado y a su vez hasta la planta de tratamiento. El tratamiento preliminar, tiene -- como objetivo separar de las aguas residuales todos aquellos elementos que pueden interferir con los procesos de tratamiento subsecuentes o con los equipos mecánicos o instalaciones con los que cuenta cualquier planta de tratamiento.

Los dispositivos que se tienen dentro del tratamiento preliminar para cumplir con el objetivo, se utilizan para:

- * Separar o disminuir el tamaño de los sólidos orgánicos grandes que flotan.
- * Separar los sólidos inorgánicos pesados, como la arena, la grasa, inclusive los objetos metálicos.
- * Separar estos últimos en cantidades excesivas.

Para alcanzar el objetivo de éste primer tratamiento, se emplean comunmente las siguientes operaciones: la desarenación, el cribado; cuyo objetivo particular es la remoción de partí-

culas flotantes o suspendidas, empleando para ello:

- a) REJILLAS
- b) CRIBAS FINAS
- c) DESMENUZADORES
- d) TANQUES DE PREAERACION
- e) DESARENADORES

REJILLAS

Las rejillas están compuestas de barras verticales o inclinadas de sección circular, rectangular o trapezoidal, espaciadas en intervalos iguales (usualmente de 2 a 15 cm) colocadas transversalmente a la dirección del gasto. Se usan precediendo a estaciones de bombeo, desarenadores y tanques de sedimentación primaria.

Las aberturas más comunes de las rejillas son:

Rejillas antes de bombas y desarenadores.	50 - 150 mm
Rejillas antes de otros dispositivos.	20 - 50 mm

Los tipos de rejillas pueden ser:

- * Horizontales, verticales o inclinadas.
- * Finas, medianas o gruesas.
- * Fijas o móviles.
- * De limpieza manual o mecánica.

CRIBAS FINAS

Consisten en placas de metal perforado como discos o tambores rotatorios o placas metálicas encadenadas en barras sin fin.

En la mayor parte de estas cribas, el material retenido se limpia con cepillos o con chorros de agua a presión o con aire comprimido.

Estas cribas pueden utilizarse en lugar de una sedimentación donde no exista suficiente espacio para los tanques y donde se desee remover solo una pequeña parte de la materia suspendida, la cual está contenida en el gasto por tratar.

DESMENUZADORES

Un desmenuzador es una criba o rejilla que tiene un mecanismo que corta el material retenido sin removerlo del gasto de aguas negras. Entre los dispositivos que sirven para romper o cortar los sólidos hasta un tamaño tal que permita que sean integradas a las aguas negras sin peligro de obstruir las bombas o tuberías o afectar a los sistemas de tratamiento posteriores, se encuentran: los molinos, los cortadores y trituradores.

TANQUES DE PREAREACION

La preareación consiste en introducir aire en las aguas residuales durante un período de 20 a 30 minutos a una cierta velocidad, por medio de aire comprimido o por agitación mecánica, haciendo que se aglomeren los sólidos suspendidos, formando masas más pesadas; logrando así que se asienten más rápidamente en tanques llamados de sedimentación. Este proceso también ayuda a: la eliminación de grasas y aceites, oxige--

nar las aguas residuales antes de llevar a cabo los siguientes procesos de tratamiento.

DESARENADORES

Las aguas negras contienen por lo general, cantidades relativamente grandes de sólidos inorgánicos como arena, cenizas, entre otros; a éste conjunto de material es llamado comunmente arena, y es muy variable en cuanto a su calidad, esta depende principalmente del tipo de red de alcantarillado, es decir si ésta es separada o combinada, la acumulación de este material dentro de las tuberías ocasiona severas obstrucciones en el equipo dentro de los procesos de tratamiento.

Para la eliminación de este material se emplean cámaras desarenadoras que se basan en la diferencia de peso específico existente entre los sólidos orgánicos e inorgánicos, para conseguir la separación de éstos últimos. El lugar donde se realiza este proceso, tiene su localización antes de las bombas o de los demenzadores; su limpieza puede ser en forma mecánica o manual.

2.2.2 TRATAMIENTO PRIMARIO.

Este tratamiento es el conjunto de procesos mediante los cuales se logra eliminar los sólidos suspendidos en las aguas residuales, mediante el método físico de sedimentación. Los sólidos suspendidos pueden definirse como aquellos sólidos que están en suspensión y que son perceptibles a simple vis-

ta, se dividen en dos partes: sedimentables y coloidales; -- los primeros son la parte de los sólidos suspendidos cuyo tamaño y peso, es suficiente para que se sedimenten en un período determinado, en su mayoría son sustancias inorgánicas. Los sólidos coloidales son la parte que no se eliminan fácilmente, lo que hace que se tenga que recurrir a tratamientos químicos para lograr un alto porcentaje de remoción de este tipo de sólidos.

La sedimentación de los sólidos suspendidos, se realiza en tanques que pueden ser de forma rectangular, circular o cuadrada, reciben el nombre de tanques de sedimentación primaria, cuya función principal consiste en separar los sólidos sedimentables mediante la disminución suficiente de la velocidad de las aguas residuales, debido a que el peso específico de los sólidos es mayor al del agua.

Los sólidos sedimentables pueden irse acumulando en una tolva o embudo o hacia un punto más bajo del tanque, donde se realice el desalojo de los mismos, a través de un equipo mecánico interno, o por medio de equipos externos a la planta, como lo pueden ser los camiones llamados Vactor Jet-Roder, - que se caracterizan por su rápida y fácil extracción del material y su bajo costo de operación. Dentro de este proceso de tratamiento los sólidos deben ser substraídos continuamente con el fin de evitar el desarrollo y la descomposición de los mismos, y consigo la formación de gases.

Cuando existen sólidos coloidales, éstos se eliminan por medio de un tratamiento químico, que puede considerarse como - tratamiento intermedio, por que los resultados que se obtienen con éste tipo de tratamiento son mejores a los del tratamiento primario, pero no son tan buenos como los resultados de un tratamiento secundario. Este tratamiento consiste en - agregar uno o más reactivos a las aguas por tratar, para producir un flóculo que es un compuesto químico insoluble que - absorbe a la materia coloidal, envolviendo a los sólidos suspendidos no sedimentables, haciendo que se aglomeren y formen grumos fácilmente sedimentables, logrando así que se depositen en el fondo rápidamente; los reactivos que más se emplean para este proceso son: el sulfato de aluminio, el sulfato ferroso, el sulfato férrico y el cloruro con o sin cal. Este tipo de tratamiento, se puede considerar como uno de -- los más antiguos métodos de tratamiento de aguas residuales. A pesar de serlo, su uso se ha restringido debido a: la existencia del tratamiento secundario, a la supervisión que se requiere, al costo de los reactivos y a la gran cantidad de lodos que se tiene que disponer.

Este tratamiento se realiza en una planta de tratamiento químico formada por las siguientes instalaciones:

- * Dispositivos preliminares.
- * Alimentadores de reactivos.
- * Unidades Mezcladoras.
- * Tanques de floculación y de sedimentación.

2.2.3 TRATAMIENTO SECUNDARIO.

El tratamiento secundario tiene como objetivo la eliminación de la materia orgánica disuelta y coloidal que queda remanente después del tratamiento primario. La eliminación de esta materia puede realizarse por medio de procesos físicos y químicos; pero normalmente dentro del tratamiento secundario se aplican los procesos de tipo biológico.

Para este tratamiento, el agua residual además de contener materia orgánica, trae consigo un gran número de microorganismos que utilizan la materia orgánica y los nutrientes biológicos contenidos en los desechos para estabilizarla, por medio de procesos de purificación natural; por los cuales los microorganismos eliminan la materia orgánica y coloidal, al mismo tiempo que éstos sufren un proceso de autoeliminación.

Las formas en que los organismos llevan a cabo sus funciones metabólicas son dos principalmente; la digestión aerobia y la anaerobia. Para el primer caso; la presencia de oxígeno disuelto es necesaria para ser empleado por las bacterias durante el proceso. En el caso de la digestión anaerobia la estabilización se realiza en ausencia del oxígeno, obteniéndose la energía necesaria para las funciones celulares, de la reducción de la materia orgánica presente.

Dentro de los procesos de tratamiento secundario los principios son idénticos para todos, aunque las técnicas en su apli

cación pueden variar ampliamente, por lo que puede establecerse una clasificación general en dos tipos de proceso:

- 1.- PROCESOS DE CULTIVO FIJO.
 - a) Filtros percoladores.
 - b) Filtros de arena intermitentes.
 - c) Sistemas biológicos rotativos.
- 2.- PROCESOS DE CULTIVO SUSPENDIDO.
 - a) Fangos activados.
 - b) Sistemas de estabilización.
 - c) Sistema de digestión de fangos.

A continuación se mencionarán algunas de las características de los procesos antes citados.

PROCESOS DE CULTIVO FIJO

Los procesos de cultivo fijo, tienen como característica el mantener una adecuada población de microorganismos para llevar a cabo la eliminación de la materia disuelta y estabilizarla; para poder cumplir con esta función: se tienen los -- filtros de arena intermitentes, los filtros percoladores y -- los sistemas biológicos rotativos de contacto.

FILTROS DE ARENA INTERMITENTES

Este tipo de filtros consisten en la aplicación intermitente del gasto proveniente del tratamiento primario, sobre una superficie de arena, la cual es utilizada como un medio sólido que sirve de soporte a las bacterias para su acumulación, --

con el propósito de mantener una elevada población. Al fluir el gasto correspondiente dentro del filtro de arena, los sólidos son retenidos en la parte de la capa de arena, mientras que el cultivo de bacterias desarrolladas, absorbe la materia orgánica disuelta y coloidal.

FILTROS PERCOLADORES

Los filtros percoladores tienen la característica de utilizarse para el crecimiento de microorganismos un medio de naturaleza relativamente poroso, como las rocas o elementos prefabricados como lo pueden ser piezas de plástico con formas específicas; el desarrollo de los microorganismos se realiza en la superficie del material poroso, que funciona como filtro mediante la aportación de oxígeno debido a el aire que circula entre los huecos.

El efluente del tratamiento primario, se aplica en la superficie del filtro, generalmente en forma intermitente y poco a poco circula a través de los orificios del material poroso, con este paso del gasto se va formando una pequeña y delgada película de cultivo biológico que se va adheriendo poco a poco a la superficie del material poroso durante la circulación del gasto. A medida que las bacterias presentes en la película biológica metabolizan los componentes del agua residual, se van reproduciendo; dando lugar a un crecimiento gradual del espesor de la película. Al aumentar ésta, las bacterias contenidas en las capas más internas se encuentran faltantes de nutrientes, debido a que la materia orgánica y el

oxígeno son utilizados cerca de la superficie de la película. Con el tiempo, las células del interior mueren y se rompe el contacto entre el medio de soporte y la película biológica,-- haciendo que ésta sea arrastrada por el agua circulante, con lo que se logra la estabilización del agua residual.

SISTEMAS BIOLÓGICOS ROTATIVOS

Estos sistemas consisten en un tanque que contiene un elemento rotativo que requiere una gran superficie para el desarrollo del crecimiento de un cultivo biológico; este proceso funciona con un gasto continuo, haciendo que el elemento rotativo se recubra con una película biológica similar a la que se crea en los filtros percoladores, la cual es sumergida en forma alternada en el agua residual que se encuentra contenida en el tanque, debido a que ésta cubre un poco menos de la mitad de la superficie disponible del elemento rotativo.

Este tipo de sistemas, están normalmente constituidos por discos cuyo diámetro generalmente es del orden de los 3 m, con un espesor de 10 mm, situados a cada 30 y 40 mm a lo largo de un eje longitudinal variable, el cual gira a una velocidad de 1 a 2 revoluciones por minuto.

PROCESOS DE CULTIVO SUSPENDIDO

Este tipo de procesos, tienen la característica de mantener una masa biológica adecuada en suspensión, donde se lleva a cabo la eliminación de materia orgánica y coloidal disuelta,--

por medio de un sistema de mezclado que puede ser en forma manual o mecánica. Los procesos en suspensión incluyen los fangos activados, estanques de estabilización y los sistemas de digestión de fangos.

ESTANQUES DE ESTABILIZACION

Este es uno de los métodos en los que se hace más notable los procesos naturales que caracterizan al tratamiento secundario, debido a que el oxígeno necesario se obtiene por absorción del existente en la superficie y por medio de las funciones fotosintéticas de las algas, lo cual hace que exista una relación entre bacterias y algas para conseguir la estabilización del agua residual.

Los estanques de estabilización pueden considerarse como sistemas biológicos de mezcla completa sin recirculación de sólidos, el mezclado se consigue normalmente por medios naturales (viento, calor, fermentación) pero puede aumentarse por medio de aireadores mecánicos o difusores de aire.

La descomposición de la materia orgánica que se realiza dentro de los estanques puede producirse en condiciones anaerobias o aerobias. El proceso aerobio requiere una aportación continua de oxígeno, es el método más eficaz para reducir el contenido orgánico de los residuos. Los tanques se construyen para funcionar con profundidades de 1.0 y 1.5 m, si la profundidad es menor, se promueve el crecimiento de plantas acuáticas, pero si es mayor, se interfiere con el mezclado y

y con la transferencia del oxígeno de la superficie.

Dentro de estos tanques, la materia orgánica es oxidada por las bacterias dando lugar a componentes que son utilizados por las algas para sintetizar nuevas células y, durante el día, producir oxígeno que suplementa al transferido por la acción del viento, el cual es utilizado por las bacterias para descomponer el agua residual, esta relación simbiótica entre algas y bacterias da lugar a la estabilización de la materia orgánica.

Existen tanques con una profundidad mayor de 2.0 m, llamados facultativos, que dan lugar a la separación del contenido en tres estratos horizontales, la profundidad impide la mezcla del contenido del tanque, por lo que los sólidos orgánicos se sedimentan y permanecen en el fondo del tanque y en él, sufren una descomposición anaerobia.

En la zona superior a la de sedimentación, existe una región en la que las bacterias oxidan la materia orgánica del agua residual y los productos de la descomposición anaerobia, mientras que en la superficie se realiza la simbiosis entre algas y bacterias.

Los tanques anaerobios son normalmente profundos y suelen -- trabajar con cargas elevadas, pueden ser utilizados como un sistema de pretratamiento de efluentes industriales, especialmente de aquellos que tienen altas temperaturas.

FANGOS ACTIVADOS

El proceso de fangos activados o de lodos activados, es un proceso biológico de contacto, en el que los organismos vivos aerobios y los sólidos orgánicos de las aguas se mezclan en un medio ambiente favorable para la descomposición aeróbica de los sólidos. La eficiencia del proceso depende de que se mantenga continuamente oxígeno disuelto en las aguas negras durante todo el tratamiento, además de que esté poblado de suficientes organismos vivientes. Las aguas residuales comunes contienen algunos organismos biológicos, pero su número es demasiado pequeño para que puedan llevar a cabo el tratamiento requerido. Por lo tanto, es necesario agregar más organismos y distribuirlos en el total de las aguas residuales. En lo que respecta al proceso; las aguas negras contienen algo de sólidos suspendidos y coloidales de manera que cuando se agitan en presencia del aire, los sólidos suspendidos forman núcleos sobre los cuales se desarrolla la vida biológica pasando gradualmente a formar partículas más grandes de sólidos que se conocen como lodos activados, los cuales están -- formados por flocúlos parduzcos que consisten principalmente de materia orgánica procedente de las aguas negras pobladas por millares de bacterias y de otras formas de vida biológica. Estos lodos activados, con sus organismos vivos tienen la propiedad de absorber la materia orgánica coloidal y disuelta, incluyendo el amoníaco de la mismas aguas negras,--

con lo que se disminuye la cantidad de sólidos suspendidos. La generación de los lodos o flóculos en las aguas negras es un proceso lento, de manera que el volúmen formado durante un período de tratamiento es insuficiente para tratar rápida y eficientemente las aguas residuales; por lo que se requiere dentro del proceso de una mayor concentración de éstos. Para lograr esta concentración, se lleva a cabo la recolección de los lodos producidos por cada período de aguas residuales -- que se tratan, y se usan nuevamente en el tratamiento subsiguientes, a estos lodos que se vuelven a emplear, se les conoce con el nombre de lodos recirculados.

Dentro del tratamiento, los lodos activados deben mantenerse en suspensión durante su período de contacto con las aguas residuales a tratar, mediante un método de agitación; así como también deben ser retirados después de haber cumplido el tiempo requerido para la estabilización del gasto, de acuerdo a la eficiencia que se requiera.

Por todo lo anterior, puede decirse que el proceso de lodos-activados consta de las siguientes etapas:

- * Mezclado de los lodos activados con las aguas residuales.
- * Aeración y agitación de la mezcla durante un tiempo dado.
- * Separación de los lodos activados de la mezcla obtenida.
- * Recirculación de los lodos en la cantidad necesaria.

2.2.4 TRATAMIENTO TERCARIO.

Este tratamiento puede considerarse como el conjunto de procedimientos avanzados que comprenden las técnicas para reducir los componentes del agua residual a niveles inferiores a los obtenidos por medio de un tratamiento secundario. Dentro de estas técnicas la eliminación de los sólidos suspendidos es una aplicación de los métodos avanzados y, probablemente la más común. Otras técnicas están directamente dirigidas a la reducción del nitrógeno, fósforo, sólidos disueltos, así como de los compuestos orgánicos contenidos en las aguas residuales.

En lo que respecta a los sólidos suspendidos, éstos, se encuentran dentro del gasto, parte en estado coloidal y parte en forma de sólidos discretos con un tamaño de 10 (-3) y -- 100 m (micrones). Debido a su tamaño, este tipo de sólidos no son capaces de sedimentar rápidamente, las técnicas empleadas para su reducción incluyen:

FILTROS DE MATERIAL GRANULAR

FILTROS DE DIATOMEAS

MICROTAMICES

COAGULACION QUIMICA

En cuanto a la eliminación del nitrógeno y fósforo, se lleva a cabo mediante procesos biológicos y químicos, de los cuales no se hace mención.

**sistema
actual de plantas
de tratamiento. d.d.f.**

3 SISTEMA ACTUAL DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

3.1 CONDICIONES GENERALES.

En este capítulo, se realiza una descripción general del sistema de plantas de tratamiento del Departamento del Distrito Federal, operado por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, se señalan las características principales de cada una de las plantas que constituyen el sistema, así como la cuantificación del efluente producido por el mismo.

El sistema de plantas de tratamiento, inició sus operaciones en el año de 1956, con la construcción de la planta de Chapultepec, teniendo una capacidad instalada de 80 lts/seg en su primer etapa, posteriormente para el año de 1958 se realizó la ampliación de la misma a 160 lts/seg, el efluente producido por esta planta fué y es empleado en el riego de áreas verdes y en el llenado de lagos del propio bosque de Chapultepec.

A partir del año de 1958 a 1982, sucesivamente se fueron construyendo nuevas plantas de tratamiento; Xochimilco (ahora Coyoacan), Ciudad Deportiva, San Juan de Aragón, Acueducto de Guadalupe, Bosques de las Lomas, El Rosario; con lo que se aumentó la capacidad instalada a 4300 lts/seg, es decir $4.3 \text{ m}^3/\text{s}$. Aunque el crecimiento del sistema fue considerable, la diversificación del uso del agua residual tratada-

no varió, permaneció constante, destinándose el efluente al riego de áreas verdes, camellones, llenado de lagos.

Debido a que no se había dado el mantenimiento adecuado a las plantas y, la red de distribución se encontraba en construcción, así como el hecho de que la demanda de riego y llenado de lagos fluctúa a lo largo del año, para el año de 1978, la capacidad aprovechable era solo de $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para el año de 1982, por parte de la Dirección General de --- Construcción y Operación Hidráulica, se realizaron los trabajos necesarios para la reparación de los desperfectos más graves de las plantas y se llevó a cabo la instalación de 130 km más de tubería de distribución, con lo que la red contó con más de 500 km, logrando así que la capacidad aprovechable aumentara al 59 % de la capacidad instalada, por lo que el efluente empleado fué de 2534 lts/seg o $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$, la mayor parte de éste gasto fué entregado a través de la red de distribución, aunque también una parte se realizó por medio de pipas que efectuaban el riego de camellones, áreas verdes y parques públicos, alimentándose de las garzas instaladas en puntos -- estratégicos debido a que éstas últimas zonas se encontraban ubicadas en lugares en donde no era costeable o no existía -- una red de distribución.

En el cuadro no. 1 se presentan las diferentes plantas de tratamiento, indicando el año de inicio de operación, la capacidad instalada y aprovechable para el año de 1982.

P L A N T A	A Ñ O D E I N I C I O O P E R A C I O N	C A P A C I D A D		%
		I N S T A L A D A	A P R O V E C H A B L E	
CERRO DE LA ESTRELLA.	1971	2000	1800	90
COYOACAN.	1959	1250	0	0
SAN. JUAN DE ARAGON.	1964	500	300	60
CIUDAD DEPORTIVA.	1958	230	230	100
CHAPULTEPEC.	1956	160	160	100
ACUEDUCTO DE GPE.	1982	80	0	0
BOSQUES DE LAS LOMAS.	1973	55	22	40
EL ROSARIO.	1981	25	22	88
T O T A L (L P S)		4300	2534	59

CUARO NO. 1
 SISTEMA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO D.D.F. 1982
 FUENTE: SISTEMA HIDRAULICO DEL D.D.F.

Al mismo tiempo, se presentaron algunos problemas como: asentamientos diferenciales provocados por las estructuras, los que provocaron fallas en las conexiones y desajustes en los equipos, así como en el funcionamiento hidráulico.

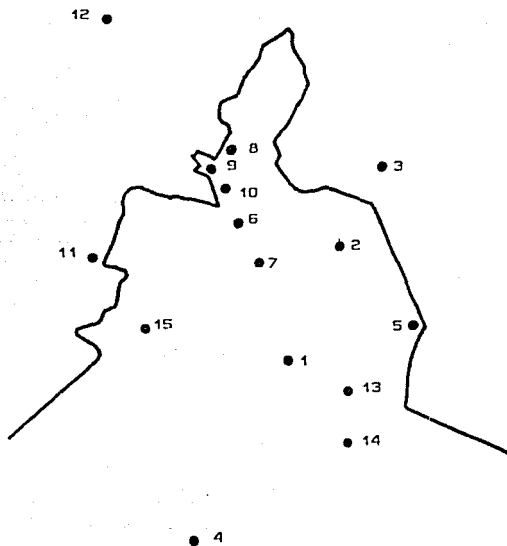
En algunas plantas se requería completar el equipo e instrumentación para mejorar los procesos y control físico, químico y biológico de los mismos, dentro de los laboratorios de cada planta en donde se controla la calidad de las aguas renovadas.

Debido a que no se había realizado la actualización de las modificaciones que se presentaron en el desarrollo de las plantas, ni los inventarios correspondientes; se tuvo que crear manuales y planos, los cuales se utilizaron tanto como herramientas para una mejor operación, como elementos básicos para realizar un mantenimiento preventivo en vez de correctivo, -- como había ocurrido con anterioridad.

En lo que respecta a las aguas residuales por tratar, el drenaje del Distrito Federal conduce una mezcla de aguas domésticas, industriales y pluviales, siendo ésta compleja y variable tanto en su composición fisicoquímica como en su contenido biológico. En relación a la calidad del agua que se conduce y que es el que se va a tratar en las plantas del sistema no fué sino hasta el año de 1982 cuando en diversos puntos de la red de drenaje se empezó en forma sistemática a monitorear el comportamiento de 152 parámetros que definen la calidad -- física, química y biológica de las aguas residuales.

El monitoreo se caracterizó en la detección y medición de contaminantes de origen estrictamente industrial, entre los que destacan los compuestos inorgánicos, metales pesados, plaguicidas, hidrocarburos, éteres; debido a que hacen que el agua sea recalcitrante a tratamientos biológicos y agresiva a las estructuras que la conducen. Se realizó durante un año, con una periodicidad quincenal, en quince sitios de la red, se recolectaron muestras compuestas cada una por cuatro muestras en un período de 24 horas, se analizaron 65 parámetros físicos - químicos, biológicos que abarcan 129 compuestos químicos orgánicos sintéticos, metales pesados y contaminantes biológicos, los restantes 23 fueron los comunmente usados para determinar las características de las aguas residuales domésticas. Aunado a este monitoreo, se llevó a cabo el análisis del azolve existente en los puntos de muestreo para tener una idea de la que existe entre los desechos sólidos y líquidos.

En la lámina 1 se presenta un croquis de localización de los sitios de muestreo para determinar la calidad de las aguas residuales, mientras que los resultados obtenidos en el cuadro no. 2, los cuales se agruparon de acuerdo con el grado de influencia industrial detectado.



1 GRAN CANAL 1
 2 GRAN CANAL 2
 3 GRAN CANAL 3

4 CANAL DE MIRAMONTES
 5 BORDO XOCHIACA
 6 LUMBRERA 11
 7 COLECTOR 13
 8 RIO SAN JAVIER

9 RIO TLANEPANTLA
 10 RIO LOS REMEDIOS
 11 INTERCEPTOR DEL PONIENTE

12 TEPEJI DEL RIO, QRO.
 13 CIUDAD DEPORTIVA
 14 CERRO DE LA ESTRELLA
 15 CHAPULTEPEC

LAMINA 1 LOCALIZACION DE LOS SITIOS DE MUESTREO
 PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

E S T A C I O N	DOM *	DBII *	DMII *	DAII *
1 GRAN CANAL - 1		X		
2 GRAN CANAL - 2		X		
3 GRAN CANAL - 3			X	
4 CANAL DE MIRAMONTES			X	
5 BORDO-XOCHIACA			X	
6 LUMBRERA 11				X
7 COLECTOR 13			X	
8 RIO SN. JAVIER			X	
9 RIO TLANEPANTLA				X
10 RIO LOS REMEDIOS				X
11 INTERCEPTOR PONIENTE		X		
12 TEPEJI DEL RIO		X		
13 CD. DEPORTIVA			X	
14 CERRO DE LA ESTRELLA		X		
15 CHAPULTEPEC	X			

* SEGUN EL ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES; DOM: DOMESTICO, DBII: DOMESTICO DE BAJA INFLUENCIA INDUSTRIAL, DMII: DOMESTICO DE MEDIA INFLUENCIA INDUSTRIAL, DAI: DOMESTICO DE ALTA INFLUENCIA INDUSTRIAL.

CUADRO NO. 2

CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES SEGUN SU ORIGEN 1980.
FUENTE: SISTEMA HIDRAULICO DEL D.D.F.

En relación a los procesos de tratamiento que se aplican en las plantas de tratamiento del sistema, inicialmente se realiza un tratamiento preliminar, posteriormente un tratamiento primario en el cual se eliminan los sólidos suspendidos en las aguas negras mediante un proceso de sedimentación, -- más tarde se aplica un tratamiento secundario biológico de lodos activados, en el cual se lleva a cabo la eliminación de la materia orgánica disuelta y coloidal que queda remanente después del tratamiento primario, finalmente se efectúa una desinfección del efluente con el fin de disminuir la población de bacterias hasta una concentración inocua, a través de una cloración.

Actualmente el sistema de plantas de tratamiento del Departamento del Distrito Federal, tiene una capacidad instalada de 4320 lts/seg, debido al aumento de 20 lts/seg, por parte de la planta de Tlatelolco, en lo que respecta al efluente; este es utilizado principalmente en el riego de áreas verdes, -- parques recreativos, camellones, llenado de lagos y canales, una parte mínima se distribuye a un grupo de industrias a -- través de la planta Cerro de la Estrella, siendo ésta la única planta que actualmente lo hace para este sector.

De los 4320 lts/seg, solo el 65.86 %, es decir 2845 lts/seg, es la cantidad de agua renovada que se produce y que a la -- vez puede ser aprovechado en los usos antes mencionados.

En el cuadro no. 3 se presentan los valores de los gastos --

P L A N T A	C A P A C I D A D		%
	INSTALADA	APROVECHABLE	
CERRO DE LA ESTRELLA	2000	2000	100
ACUEDUCTO DE GUADALUPE	80	64	80
SAN JUAN DE ARAGON	500	225	45
CHAPULTEPEC	160	120	75
EL ROSARIO	25	22	88
CIUDAD DEPORTIVA	230	145	63
COYOACAN	1250	227	19
TLATELOLCO	20	20	100
BOSQUE DE LAS LOMAS	55	22	40
T O T A L (L P S)	4320	2845	66

CUADRO NO.3
CAPACIDAD INSTALADA VS CAPACIDAD APROVECHABLE 1 9 8 8 .

correspondientes a la capacidad instalada y aprovechable de cada una de las plantas del sistema de tratamiento y reuso - para el año de 1988.

Debido a que en algunas plantas como Coyoacán, San Juan de - Aragón, Bosques de las Lomas, el efluente que se emplea es - menor al 50 % del que se produce, el gasto total de agua residual tratada que se emplea es de 1889.09 lts/seg; es decir el 43.72 % de la capacidad instalada.

Considerando el gasto de 1889.09 lts/seg, como un 100 %, así como los usos del agua residual y los efluentes de cada planta, el agua residual tratada por parte del sistema de plantas de tratamiento del Departamento del Distrito Federal, para el año de 1988, se empleó de acuerdo a los siguientes valores porcentuales:

USO	GASTO	%
AREAS VERDES	1684.30	89.16
CAMELLONES	108.38	5.74
INDUSTRIAS	91.32	4.83
LAGOS	5.09	0.27
<hr/>	<hr/>	<hr/>
TOTAL	1889.09	100.00

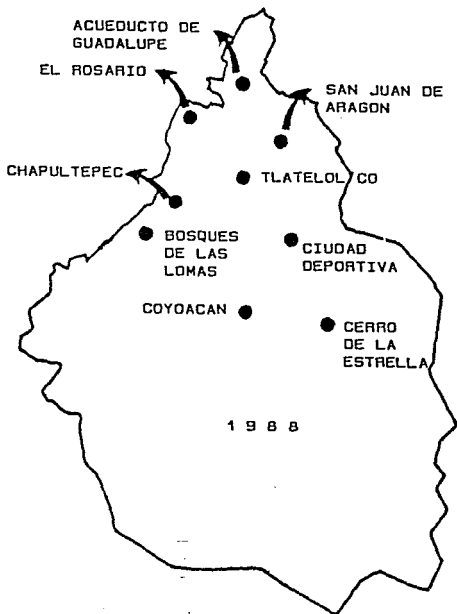
En el cuadro no. 4, se describe este último gasto, de acuerdo a la distribución de agua renovada realizada por cada --- planta de tratamiento.

P L A N T A		AREAS VERDES	CAMELLONES	INDUSTRIAS	LAGOS
CERRO DE LA ESTRELLA		1125.61	11.03	91.32	
ACUEDUCTO DE GUADALUPE		33.08	30.92		
SAN JUAN DE ARAGON		186.20	38.31		0.49
CHAPULTEPEC		116.11			3.89
EL ROSARIO		19.49	1.79		0.71
CIUDAD DEPORTIVA		139.01	5.99		
COYOACAN		33.87	9.27		
TLATELOLCO		20.00			
BOSQUES DE LAS LOMAS		10.93	11.07		
TOTAL	1889.09 LPS	1684.30	108.38	91.23	5.09
%	100.00	89.16	5.74	4.83	0.27

CUADRO NO. 4
CUANTIFICACION DEL EFLUENTE EMPLEADO 1988.

En la lámina 2 se presenta un croquis de localización de las plantas de tratamiento, indicando la capacidad instalada, aprovechable y usos del agua renovada.

A continuación se presenta la descripción general de las nueve plantas de tratamiento que conforman el sistema en estudio.



CAPACIDAD INSTALADA	4320	lts/seg
CAPACIDAD APROVECHABLE	2845	lts/seg
usos:		
riego áreas verdes	89.16 %	gasto empleado
riego camellones	5.74 %	"
industrias	4.83 %	"
lagos	0.27 %	"
* gasto empleado	1889	lts/seg

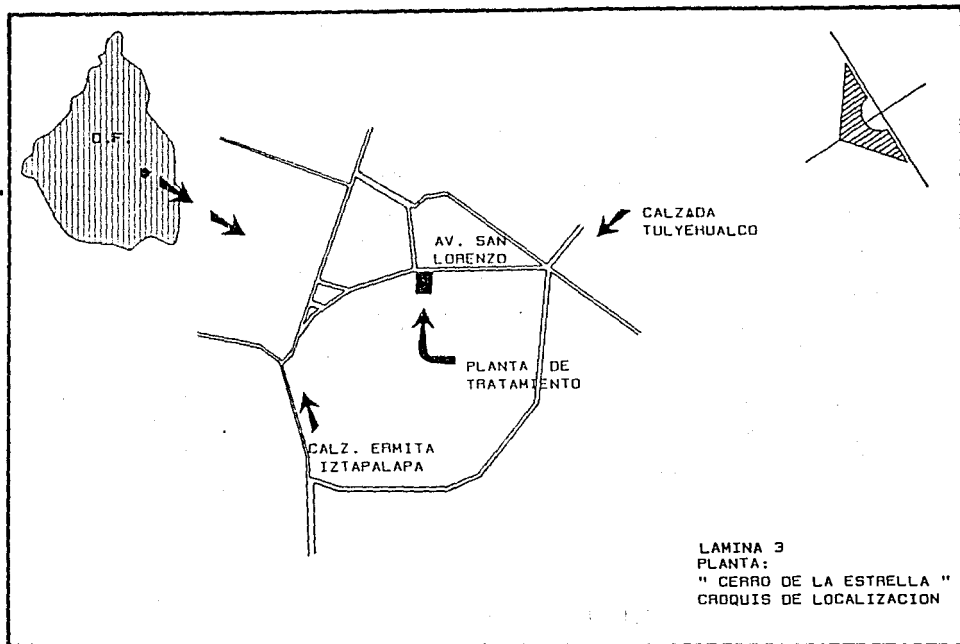
LAMINA 2 SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUSO D.O.F.

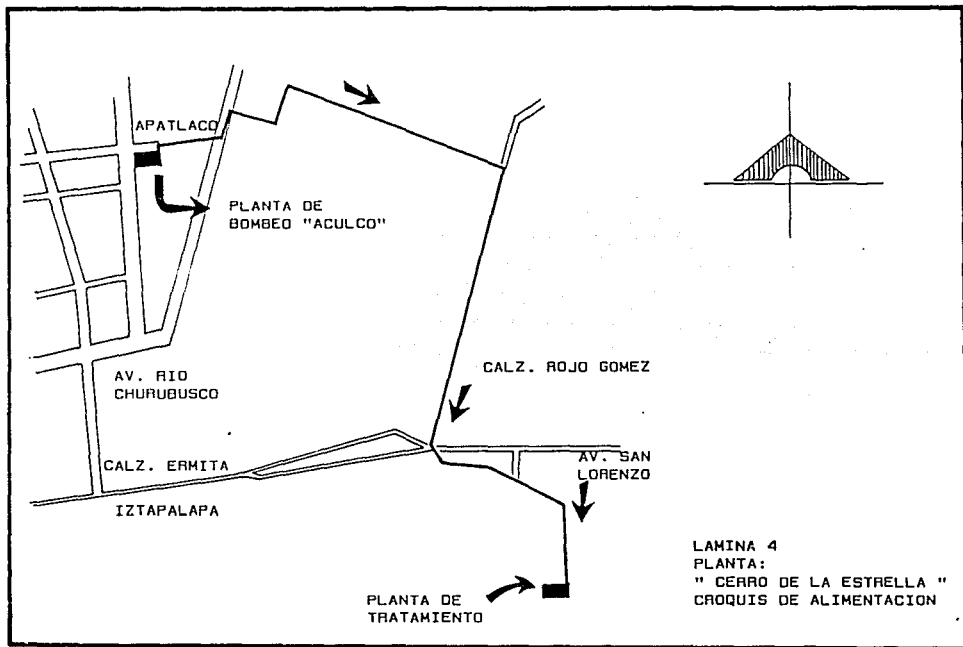
3.2 PLANTA " CERRO DE LA ESTRELLA "

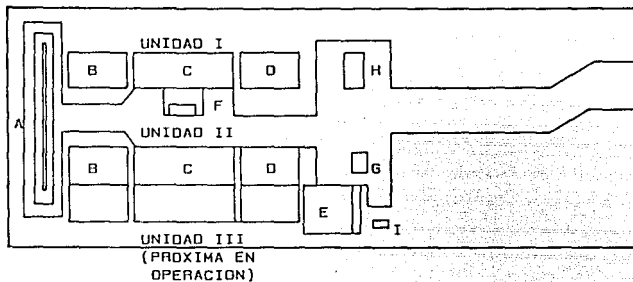
La planta de tratamiento de aguas residuales "Cerro de la Estrella", se localiza al sur del Distrito Federal, en la avenida San Lorenzo s/n, colonia San Nicolás Tolentino, a un costado del panteón civil del mismo nombre, en la Delegación-Iztapalapa. En la lámina 3 se presenta un croquis de localización de la planta; indicando las principales avenidas de acceso. Esta planta ocupa un área aproximada de 9 hectáreas. Inició sus operaciones en el año de 1971, con una capacidad instalada de 2000 lts/seg.

A través del cárcamo de bombeo Aculco, en donde se realiza un tratamiento preliminar, se alimenta esta planta; el influente que llega a ésta, de acuerdo a los resultados obtenidos de los estudios realizados por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, así como de los propios realizados en la planta, se ha clasificado como "aguas residuales domésticas de media influencia industrial, esto es debido al incremento en cuanto al desarrollo industrial que se ha venido presentando en las zonas aledañas a la planta. En el cuadro no. 2 se presentan los resultados de los estudios mencionados, así como también en la lámina 4 se presenta un croquis de la forma de alimentación a la planta, mismo que se mencionó al inicio del párrafo.

En la planta se realizan los procesos de tratamiento primario y secundario, este último por medio de dos unidades de -







- A. CAJA DE LLEGADA
- B. SEDIMENTADORES PRIMARIOS
- C. TANQUES DE AERACION
- D. SEDIMENTADORES SECUNDARIOS.
- E. TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
- F. EDIFICIO DE SOPLADORES
- G. SALA DE CLORACION
- H. EDIFICIO CENTRAL
- I. SALA DE CONTROL DE BOMBAS

LAMINA 5
 PLANTA:
 " CERRO DE LA ESTRELLA "
 CROQUIS PLANTA GENERAL

lodos activados, diseñadas para tratar un caudal de 1000 ----
lts/seg cada una. Actualmente se están realizando los traba--
jos necesarios para llevar a cabo la ampliación de la planta,
con ésta; la capacidad instalada de la planta será de 3000 --
lts/seg. En la lámina 5 se presenta un croquis de la plan-
ta general, indicando la unidades que la componen.

El efluente producido, es destinado al riego de áreas verdes,
camellones y a la distribución de varias industrias de la zo-
na, relacionadas con las ramas industriales de textiles, pa-
pel, metalurgia y productos químicos entre otros.

En el cuadro no. 5, se presentan los sitios de demanda del --
agua residual tratada en relación con las áreas verdes, came-
llones e industrias; mientras que en el cuadro no. 6, en for-
ma específica se indican las industrias a las que se les sumi-
nistran el efluente producido, así como uso, diámetro de la to-
ma y fecha en que se empezó a realizar la distribución.

Planta	Oferta (lts/seg)	Sitio de demanda	Areas verdes	Came llones	industrias	Demanda total lts/seg
Cerro de la Estrella	2000	Red de distribución de agua tratada. Iz tapalapa y zonas ad- yacentes	125.61		91.32	216.93
		Calzada Ignacio Zara goza		11.03		11.03
		Ejidos de Tláhuac y Mixquic	1000.00			1000.00
TOTAL	2000		1125.61	11.03	91.32	1227.96

CUADRO NO. 5
 CUANTIFICACION DEL EFLUENTE ENTREGADO POR LA PLANTA.
 FUENTE: RED MAESTRA DE AGUAS RESIDUALES ICA. INDUSTRIAL.

INDUSTRIA	FECHA DE INICIO DISTRIB.	DIAMETRO DE LA TOMA	USO O DESCRIPCION
LAMINA PARA TECHOS ECONOMICOS S.A. NORTE 5 # 21 COL. MOCTEZUMA DELEG. V. CARRANZA	7 III 84	51 MM	FABRICA DE CARTON
PLANTA PARA INCINERACION BASURERA. COL. MOCTEZUMA DELEG. V. CARRANZA	10 IX 85	64 MM	RIEGO
CASA PAREDES S.A. IGNACIO ZARAGOZA LT.81 MZ.66 COL. STA. MARTHA ACATITLA. DELEG. IZTAPALAPA	30 IV 86	51 MM	LAVADO DE AUTOS
HILOS RENAU S.A. NEVADO NO. 168 COL. PORTALES. DELEG. BENITO JUAREZ.	5 VI 87	51 MM	TEXTIL
ACABADOS ESTRELLA JUAREZ NO. 412 COL. SN.NICOLAS TOLENTINO. DELEG. IZTAPALAPA	17 VI 87	51 MM	TEXTIL
FERMIC S.A. DE C.V. REFORMA No. 873 COL. SAN. NICOLAS TOLENTINO DELEG. IZTAPALAPA	23 IX 87	51 MM	LABORATORIO DE MEDICAMENTOS.
IRABIA S.A. REFORMA NO. 480 COL. GRANJAS ESTRELLA.	15 III 88	100 MM	
PAPELERA IRUNA S.A. PREDIO 5921 CALZ. TULYEHUALCO COL. EL VERGEL DELEG. IZTAPALAPA	10 I 88	51 MM	INDUSTRIA PAPELERA

LABORATORIO DE ALUMBRADO PUBLICO DIR. SERV. URBANOS REFORMA S/N. SAN. LORENZO TEZON CO. DELEG. IZTAPALAPA	25 IV 88	25 MM	PROCESOS
CROMADORA S.A. PREDIO NO.95 DE ESPAÑA. COL. GRANJAS ESTRE LLA. DELEG. IZTAPALAPA	8 VI 88	25 MM	INDUSTRIAL METAL
FABRICA DE CARTON Y DERIVADOS S.A. SAN. FCO. DE ASIS NO. 70. COL. GRANJAS ESTRE LLA. DELEG. IZTAPALAPA.	9 VI 88	25 MM	FABRICA DE CARTON
CREACIONES TEXTI_ LES S.A. PREDIO 4724 DE TLA HUAC. COL. SAN NICOLAS TOLENTINO. DELEG. IZTAPALAPA	EN ESTUDIO SOLUCION INICIOS 1989.	51 MM	TEXTIL

CUADRO NO. 6

DISTRIBUCION DEL EFLUENTE PARA USO INDUSTRIAL
FUENTE: PLANTA DE TRATAMIENTO CERRO DE LA ESTRELLA
AV. SAN LORENZO S/N. DELEGACION IZTAPALAPA.

3.3 PLANTA " ACUEDUCTO DE GUADALUPE "

La planta de tratamiento de aguas residuales "Acueducto de -- Guadalupe", se encuentra ubicada en el fraccionamiento de mismo nombre dentro de la Delegación Gustavo A. Madero, ocupa un área de 1.7 hectáreas, al norte está limitada por la avenida-Boulevard del Temoluco, al sur con la avenida Acueducto de -- Guadalupe, al oriente con la calle 10a y al poniente con la -- calle Piélagos, en esta última se encuentra el acceso principal.

En el año de 1982, comenzó su operación con una capacidad instalada de 80 lts/seg.

La planta es abastecida por los colectores "Acueducto de Guadalupe Norte" y Temoluco"; éstos captan las aguas provenientes de la zona habitacional aledaña, llegando a una caja derivadora que se encuentra justo atrás de la planta.

Esta planta también puede ser abastecida por las aguas del -- río San Javier, para lo cual existe una compuerta que permite el paso del agua de éste río hacia el colector "Acueducto de Guadalupe Norte".

Esta alternativa no es recomendable debido a la influencia industrial de las aguas del propio río, las cuales podrían ocasionar alteraciones en el proceso de tratamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los estudios realizados, en relación a la calidad de las aguas residuales (Cuadro No. 2), así como por los realizados en la propia planta.

El influente que llega a la planta se ha clasificado como --
"aguas residuales domésticas de baja influencia industrial".

Esta planta está diseñada para tratar un gasto de 80 lps, me
diante una unidad de lodos activados, los procesos que se de
sarrollan en ella son: tratamiento preliminar, primario, se-
cundario. El efluente producido por la planta es aprovecha-
do en el riego de áreas verdes y camellones, los gastos co--
rrespondientes a los usos indicados se presentan en el cuadro
no. 7.

Planta	Oferta (lts/seg)	Sitio de demanda	Areas verdes	Came llones	Lagos	Demanda total lts/seg
Acueducto de Guada- lupe	64	Tres parques del acue- ducto	4.67			
		Instituto Politécnico Nacional y parques -- cercanos	19.51			
		Parques Col. Prohogar y Panamericana	1.06			
		Deportivo 18 de Marzo y parques aledaños	7.84			
		Av. 100 Metros		6.80		
		Av. Las Torres		2.72		
		Instituto Politécnico Norte		7.26		
		Instituto Politécnico		3.41		
		Av. Fortuna		0.30		
		Av. Insurgentes Norte		8.77		
Av. Lindavista		1.66				
TOTAL	64		33.08	30.92		64

CUADRO NO. 7

CUANTIFICACION DEL EFLUENTE ENTREGADO POR LA PLANTA.

FUENTE: RED MAESTRA DE AGUAS RESIDUALES, ICA. INDUSTRIAL.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

3.4 PLANTA " SAN JUAN DE ARAGON "

La planta de tratamiento de aguas residuales "San Juan de Aragón", se encuentra ubicada en la colonia del mismo nombre, -- dentro de la Delegación Gustavo A. Madero, ocupa un área de 5 hectáreas; al este se encuentra limitada por la avenida 503, -- al oeste por la avenida del Gran Canal, al sur y norte por -- las avenidas Tlacos y Eje 3 Oriente, respectivamente.

Con una capacidad instalada de 500 lts/seg, en el año de 1964 inició sus operaciones.

El agua residual es proveniente del Gran Canal de Desagüe, es captada por medio de una tubería localizada en uno de los bocas del Gran Canal y otra a profundidad media, con el objeto de evitar la entrada de la mayor parte ó cantidad posible de grasas, aceites y material flotante, así como arenas y material sedimentado.

El agua, es conducida por gravedad a través de dicha tubería, hasta el canal de llegada localizado en la parte poniente, pasando previamente por dos pozos; en cada uno de ellos, sufre una caída el gasto, con lo que se reduce la velocidad. La entrada del flujo a la planta se regula en forma natural por diferencia de niveles.

La planta está diseñada para tratar un caudal de 500 lts/seg, por medio de dos unidades de tratamiento de lodos activados -- de 250 lts/seg cada una. Los procesos de tratamiento que se realizan son: preliminar, primario, secundario y finalmente --

se lleva a cabo una desinfección por medio del uso del cloro.

En lo que se refiere al influente que llega a la planta, de acuerdo a los resultados obtenidos para determinar la calidad de las aguas residuales (cuadro no. 2) éste se ha clasificado como "aguas residuales domésticas con media influencia industrial".

El efluente producido por la planta, es utilizado principalmente en el riego de áreas verdes y camellones, mismo que se puede cuantificar en el cuadro no. 8.

Planta	Oferta	Sitio de demanda	Areas verdes	Came llones	Lagos	Demanda total lts/seg
San Juan de Aragón	225.00	Plaza Africa	0.84			
		Deportivo 1° de Mayo				
		Deportivo Oceanía	1.77			
		Deportivo Galeana	26.90			
		Bosque San Juan de - Aragón	132.43			
		Deportivo E. Molina P. E. Calles	11.46			
		Plaza Aviación	5.80			
		Zonas Verdes 2a. Sección Col. Moctezuma	2.00			
		Deportivo V. Carranza	5.00			
		Av. Río Consulado			10.59	
		Av. Ing. E. Molina			9.75	
		Col. San Juan Aragón			2.33	
		C. Talisman			2.66	
		Oriente 95			4.78	
Av. Guadalupe			4.55			
J. L. Favela			3.65			
San Juan de Aragón				0.49		
TOTAL	225.00		186.20	38.31	0.49	225

CUADRO NO. 8
 CUANTIFICACION DEL EFLUENTE ENTREGADO POR LA PLANTA.
 FUENTE: RED MAESTRA DE AGUAS RESIDUALES, ICA. INDUSTRIAL.

3.5 PLANTA " CHAPULTEPEC "

Esta planta se encuentra ubicada a un costado del parque "Rosario Castellanos" sobre el camino de acceso a la calle Predregal, entre las avenidas Paseo de la Reforma norte, Boulevard López Mateos oriente, Alencastre sur y Ferrocarril de Cuernavaca al poniente, ocupando un área aproximada de 5 hectáreas.

En el año de 1956 inició sus operaciones, con lo que fué la primer planta de tratamiento con la que se contó, teniendo una capacidad instalada de 80 lts/seg y más tarde 160 lts/seg.

La planta es abastecida por los colectores "100 Casitas", "Montes Urales" y "Predregal", éstos dos últimos reciben descargas de los colectores "Virreyes" y "Montes Athos"; cada colector llega en forma independiente, uniéndose al llegar a las instalaciones en donde se realiza el tratamiento preliminar.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los estudios realizados por la Dirección General de Construcción Hidráulica en relación a la calidad de las aguas residuales (cuadro no. 2). El influente que es conducido a la planta se ha clasificado como "aguas residuales domésticas". Aunque se ha registrado en el influente la presencia de hidrocarburos debido a la existencia de gasolineras y estaciones de servicio.

Los procesos de tratamiento que se realizan dentro de la planta son: preliminar, primario, secundario por medio de dos unidades de lodos activados de 80 lts/seg cada una, finalmente se aplica una desinfección al caudal tratado por medio de la aplicación de cloro.

Las aguas renovadas producidas por la planta son utilizadas para mantener el nivel de los lagos del Bosque de Chapultepec, así como para el riego de las áreas verdes del mismo bosque. La producción de la planta de acuerdo a los usos mencionados se puede ver en el cuadro no. 9.

Planta	Oferta	Sitio de demanda	Areas verdes	Camellón	Lagos	Demanda total lts/seg
Chapultepec	120	2a. Sección	54.51			54.51
		3a. Sección	26.60			26.60
		Panteón Dolores	35.00			35.00
		Lago menor 2a. Sección			1.21	1.21
		Lago mayor 2a. Sección			2.68	2.68
TOTAL	120		116.11		3.89	120.00

CUADRO NO. 9
 CUANTIFICACION DEL EFLUENTE ENTREGADO POR LA PLANTA.
 FUENTE: RED MAESTRA DE AGUAS RESIDUALES, ICA. INDUSTRIAL.

3.6 PLANTA " EL ROSARIO "

La planta "El Rosario", se localiza en la avenida Benito Juárez prolongación de avenida de las Culturas, Calzada de las Armas, colonia San Pablo. Esta planta dió inicio a sus operaciones en el año de 1981, con una capacidad instalada de 25- lts/seg. Su alimentación en forma accidental es por parte -- del río de los Remedios, pero tiene la particularidad de que el agua residual que llega a ésta, en su mayoría es proveniente de la unidad habitacional El Rosario, pero debido al de sarrollo que ha presentado la zona, en lo que se refiere a - la rama industrial, esto ha provocado un incremento de resí- duos de este tipo.

Tomando en cuenta lo antes mencionado y los resultados obtenidos de los estudios para determinar la calidad de las a--- guas residuales (cuadro no. 2). El influente que llega a - la planta se ha clasificado como "aguas residuales domésti-- cas con media influencia industrial".

Esta planta está diseñada para tratar un caudal de 25 lts/ - seg, por medio del proceso de lodos activados, dentro de la- planta se realizan los procesos: primario y secundario, fi-- nalmente se efectúa una desinfección por medio de la aplica-- ción de cloro. El efluente es utilizado en el riego de áreas verdes y llenado de lagos, su cuantificación se puede obser- var en cuadro no. 10.

Planta	Oferta	Sitio de demanda	Areas verdes	Came llones	Lagos	Demanda total lts/seg
El Rosario	22.00	Parques en Hacienda Castañeda y Hacienda Pedernales	2.255			2.255
		Av. Vanadio		1.795		1.795
		Parque Tezozomoc	15.750			15.750
		Lago del Parque Tezo zomoc			0.71	0.71
		Unidad Habitacional El Rosario	1.490			1.490
TOTAL	22.00		19.495	1.795	0.71	22.00

CUADRO NO. 10

CUANTIFICACION DEL EFLUENTE ENTREGADO POR LA PLANTA.

FUENTE: RED MAESTRA DE AGUAS RESIDUALES, ICA. INDUSTRIAL.

3.7 PLANTA " CIUDAD DEPORTIVA "

La planta de tratamiento de aguas residuales "Ciudad Deportiva", se encuentra ubicada en la esquina sureste del cruce de la avenida Río Churubusco y Viaducto Piedad, Delegación Iztacalco, D.F.. Se localiza dentro de la Ciudad Deportiva de la Magdalena Mixuca, en la parte posterior del Estadio principal.

En el año de 1958 inició sus operaciones con una capacidad instalada de 230 lts/seg, esta planta es abastecida por las aguas provenientes del colector Churubusco a través de un cárcamo localizado sobre la avenida del mismo nombre, al poniente de la planta. El cárcamo está formado por dos pozos indios colocados a los lados del colector, y dos bombas que impulsan el gasto a la planta.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de los estudios realizados para determinar la calidad de las aguas residuales (cuadro no. 2) el influente que arriba a la planta se ha clasificado como "aguas residuales domésticas de media influencia industrial".

La planta cubre el proceso de lodos activados, a través de dos unidades diseñadas para tratar caudales de 80 lts/seg y 150 lts/seg respectivamente.

Los procesos de tratamiento que se realizan en la planta son: primario, secundario, al finalizar éstos, se aplica una desin

fección del gasto, mediante el empleo de cloro.

El efluente producido por la planta, al igual que las demás, es aprovechado en el riego de áreas verdes y camellones. En el cuadro no. 11 se presentan los sitios y gastos en los que se distribuye el agua renovada de esta planta.

Planta	Oferta	Sitio de demanda	Areas verdes	Came llones	Lagos	Demanda total lts/seg	
Ciudad Deportiva	145.00	Ciudad Deportiva	97.99			97.99	
		Paseos Churubusco	5.00			5.00	
		Panteón San José	2.50			2.50	
		Agrícola Oriental	5.00			5.00	
		Av. Río Churubusco y			5.30		5.30
		Av. del Parque					
		Av. P. Elías Calles			0.69		0.69
		Panteón Jardín		21.83			21.83
Parque La Bombilla		6.69			6.69		
TOTAL	145.00		139.01	5.99		145.00	

CUADRO NO. 11
 CUANTIFICACION DEL EFLUENTE ENTREGADO POR LA PLANTA.
 FUENTE: RED MAESTRA DE AGUAS RESIDUALES, ICA. INDUSTRIAL.

3.8 PLANTA " COYOACAN "

La planta Coyoacán, se encuentra ubicada en la Avenida 20 de Agosto no. 66, colonia Paseos de Taxqueña, Delegación Coyoacán, D.F.. Esta planta originalmente se llamaba "Xochimilco" al inicio de sus operaciones en el año de 1956, la capacidad instalada para ese año fué de 1250 lts/seg, pero debido a -- los asentamientos diferenciales de la propia planta que provocaron fallas en las conexiones y desajustes en los equipos en el año de 1982, la operación de la planta tuvo que ser -- suspendida, pero actualmente se encuentra en operación, ofer tando un gasto de 227 lts/seg.

Debido a que la planta se abastece de la misma toma que la - planta "Cerro de la Estrella", y tomando en cuenta los valo res presentados en el cuadro no. 2, el influente que arriba a la planta se ha clasificado como "aguas residuales domésti cas de media influencia industrial"

Dentro de la planta se realizan los procesos de tratamiento- primario, secundario por medio de un proceso biológico de lo dos activados, después se realiza una cloración del gasto, - con fines de desinfección.

El gasto producido es empleado en el riego de áreas verdes, - camellones principalmente, en el cuadro no. 12 se desglosan - los sitios y gastos donde se emplea la producción.

Planta	Oferta	Sitio de demanda	Areas verdes	Came llones	Lagos	Demanda total lts/seg
Coyoacán	43.14	Panteón Jardín	8.40			8.40
		Parque La Bombilla, Copilco	2.58			2.58
		Universidad Deportivo Fujiyama	0.75			0.75
		Parque Luis G. Urbina	4.00			4.00
		Viveros Coyoacán	18.14			18.14
		M. A. de Quevedo		8.20		8.20
		Av. Dr. Vertiz		0.57		0.57
		Av. Río Mixcoac		0.50		0.50
TOTAL	43.14		33.87	9.27		43.14

CUADRO NO. 12
 CUANTIFICACION DEL EFLUENTE ENTREGADO POR LA PLANTA.
 FUENTE: RED MAESTRA DE AGUAS RESIDUALEA, ICA. INDUSTRIAL.

3.9 PLANTA " TLATELOLCO "

La planta de tratamiento de aguas residuales "Tlatelolco", - se encuentra ubicada sobre la calzada Manuel González; localizada al norte de la Unidad Habitacional Nonoalco, Tlatelolco.

El agua residual que llega a la planta es de tipo doméstico, proveniente de la misma unidad habitacional; de acuerdo a -- los estudios realizados por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (cuadro no. 2) y al origen de las aguas residuales; el influente de la planta se ha clasificado como: "aguas residuales domésticas con baja influencia industrial".

La planta Tlatelolco, está diseñada para tratar un caudal de 20 lts/seg, por medio del proceso de tratamiento de lodos activados. Los procesos que se realizan dentro de la planta -- son los siguientes: primario, secundario y desinfección por medio de cloración al gasto.

La producción de las aguas residuales en cuanto a su cuantificación y distribución se indican en el cuadro no. 13.

Planta	Oferta	Sitio de demanda	Areas verdes	Came llones	Lagos	Demanda total lts/seg
Tlatelolco	20	Unidad Habitacional Tlatelolco. Edifi- cio Relaciones Exte riores Plaza 3 Culturas (Zonas aledañas)	20.00			20.00
TOTAL	20		20.00			20.00

CUADRO NO. 13

CUANTIFICACION DEL EFLUENTE ENTREGADO POR LA PLANTA.

FUENTE: RED MAESTRA DE AGUAS RESIDUALES, ICA. INDUSTRIAL.

3.10 PLANTA " BOSQUES DE LAS LOMAS "

La planta "Bosques de las Lomas", se encuentra ubicada en la colonia del mismo nombre, delegación Miguel Hidalgo, al suroeste de la zona de Lomas de Chapultepec y a su vez es colindante con la delegación Alvaro Obregón y con el Estado de México.

Inició sus operaciones en el año de 1973, con una capacidad instalada de 55 lts/seg. De acuerdo a la ubicación de la planta y en base a los estudios de calidad de las aguas residuales (cuadro no. 2), al influente que arriba a la planta se ha clasificado como: "aguas residuales domésticas de baja influencia industrial".

Esta planta trabaja al igual que las demás plantas descritas anteriormente, el efluente producido por la planta se utiliza en el riego de áreas verdes, camellones, en algunas ocasiones, parte del gasto es utilizado para el riego de zonas específicas dentro de la misma delegación, haciendo uso de pipas.

Los sitios donde se lleva a cabo la distribución del efluente se puede observar en el cuadro no. 14.

Planta de tratamiento	22.0	Sitio de demanda	Area verde	Came llón	Lagos	Demanda total lts/seg
Bosque de las Lomas	22.0	Esopo, Parque América, Plaza Uruguay, L. G. Urbina y O. Wilde	3.81			3.81
		Av. Cáucaso y S. Madre	1.22			1.22
		Bosque de Encinos, Bosque de Caobas, Bosque de Cipreses, Bosque de Abetos	5.90			5.90
		Ejército Nacional		2.37		2.37
		C. Horacio		1.60		1.60
		Av. Presidente Masarik		1.55		1.55
		Av. Ind. Militar		0.59		0.59
		Paseo de las Palmas		0.96		0.96
		Paseo de la Reforma		2.24		2.24
		Av. Constituyentes		1.76		1.76
		TOTAL	22.0		10.93	11.07

CUADRO NO. 14
 CUANTIFICACION DEL EFLUENTE ENTREGADO POR LA PLANTA.
 FUENTE: RED MAESTRA DE AGUAS RESIDUALES, ICA. INDUSTRIAL.

**consumos de agua
por los sectores. d.f.**

4 CONSUMOS DE AGUA POR LOS SECTORES DEL DISTRITO FEDERAL.

4.1 USOS DEL AGUA DENTRO DEL DISTRITO FEDERAL.

En este cuarto capítulo, se pretende conocer cuales son los usos y consumos del agua potable dentro del Distrito Federal a nivel delegacional en los sectores: doméstico, comercial - servicios e industrial; en sus diferentes ramas, mientras -- que particularmente dentro del sector industrial cuáles son las actividades de mayor consumo. Cabe mencionar que la disponibilidad del agua por parte de los sectores antes mencionados, varía de acuerdo a las características de la infraestructura hidráulica y de las condiciones del servicio de agua potable en las distintas zonas del Distrito Federal.

La cuantificación del uso del agua que aquí se presenta, corresponde a la recopilación de los resultados obtenidos de una serie de estudios realizados por el Departamento del Distrito Federal en el año de 1984, los cuales se basaron en mediciones del padrón de usuarios mayores de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica; para los establecimientos comerciales, de servicios e industriales, los consumos para los sectores antes descritos corresponden al promedio de 9 bimestres consecutivos.

4.1.1 SECTOR DOMESTICO.

Dentro de esta sección se describe la cuantificación del uso del agua por el sector doméstico, en los estudios correspondientes, se tomó en cuenta las características que más influyen en el consumo de éste sector, siendo éstas: el ingreso familiar y el tipo de vivienda, para esta última; unifamiliar, departamental, conjunto habitacional, vecindad o vivienda precaria.

Tomando en cuenta los aspectos antes mencionados, de acuerdo a los estudios mencionados, el sector doméstico para el año de 1984 abarcó 2'025,757 viviendas y 10'456,546 habitantes, consumió 27.188 m³/seg, de donde se deriva una dotación de 225 litros diarios por habitante y un consumo de 1146 litros al día por vivienda.

Los valores arriba indicados se presentan en el cuadro 1 en la que se describe el consumo, número de viviendas, habitantes, y dotación a nivel delegacional.

4.1.2 SECTOR COMERCIOS Y SERVICIOS.

Este sector lo constituyen los comercios y servicios privados, los edificios de gobierno, los equipamientos públicos, así como las instalaciones y establecimientos del sector de comunicaciones y transportes, todos éstos servicios cuentan con tomas de agua con un diámetro superior a 19 mm o emplean más de 500 m³ de agua en un período bimestral.

DELEGACION	TOTALES POR DELEG.		NUMERO	PROMEDIO	DOTACION
	CONSUMO	NUMERO		POR VIV.	
	L/S	VIV.	HABIT.	L/V/D	L/H/D
ALVARO OBREGON	2180	147778	756623	1274	249
AZCAPOTZALCO	1088	112702	577034	834	163
BENITO JUAREZ	3023	151498	666591	1724	392
COYOACAN	2258	137943	721442	1415	270
CUAJIMALPA	188	16596	101070	978	161
CUAUHTEMOC	2642	225468	1021370	1012	223
GUSTAVO. A MADERO	4495	391075	2088341	993	186
IZTACALCO	904	30250	421313	974	185
IZTAPALAPA	7207	259567	1419831	1067	195
M. CONTRERAS	511	32169	183363	1373	241
MIGUEL HIDALGO	2105	153347	674727	1186	270
MILPA ALTA	135	10160	51003	1147	228
TLAHUAC	304	26676	157655	983	166
TLALPAN	1507	104528	545636	1246	239
V. CARRANZA	1891	170325	771572	959	212
XOCHIMILCO	750	55675	298975	1164	217
TOTALES =	27188	2025757	10456546	1146	225

CUADRO 1 CONSUMO DE AGUA POR EL SECTRO DOMESTICO.
FUENTE: ESTUDIO DE CUANTIFICACION DE LOS USOS DEL AGUA D.D.F.

L/V/D LITROS/VIVIENDA/DIA
L/H/D LITROS/HABITANTE/DIA

Para el año de 1984, este sector consumió en promedio un gasto de $14'658,763 \text{ m}^3/\text{bim}$, equivalente a $2'827.69 \text{ lts/seg}$. El consumo se encuentra dividido en diferentes consumidores: -- comercios, bodegas, hoteles, servicios recreativos, baños, -- lavanderías, oficinas, despachos, servicios automotrices, -- restaurantes, otros.

En el cuadro 2, se muestra el consumo de cada uno de estos giros con respecto al total y parcialmente por delegación, presentándolos tanto en forma cuantitativa como porcentual, -- por ejemplo: al giro de restaurantes le corresponde un gasto de $527,187 \text{ m}^3/\text{bim}$, el cual equivale al 3.60 % del total, --- éste mismo gasto está compuesto por $297,621 \text{ m}^3/\text{bim}$ por parte de la delegación Cuauhtémoc que corresponde al 5.21 % del -- gasto total de $5'708,715 \text{ m}^3/\text{bim}$, que consumió esta delega--- ción.

En este mismo cuadro se puede observar que los giros de mayor consumo del sector en cuestión fueron oficinas y comercios -- con el 17.06 % y 14.98 % del total respectivamente.

En el cuadro 3, se presenta en forma específica el consumo -- por delegación respecto al total, así como en forma particu-- lar por giros, de la misma forma en este cuadro ; por ejem-- plo, la delegación Xochimilco consumió el 0.58 % del total -- de $14'658,765 \text{ m}^3/\text{bim}$, por otra parte del giro de bodegas, con un gasto total de $380,286 \text{ m}^3/\text{bim}$; la misma delegación Xochi-- milco consumió $1,725 \text{ m}^3/\text{bim}$, es decir el 0.45 % del total.

DELEGACION/ GIRO COMERCIOS Y SERVICIOS	COMERCIOS		BODEGAS		HOTELES		S. RECREATIVOS		BANOS			
	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%		
ALVARO OBREGON	460912	47.13	7768	0.79	34190	3.50	0	0.00	61851	6.32	26834	2.74
AZCAPOTZALCO	69460	11.70	85222	14.26	16092	2.71	11070	1.86	24762	4.10	89007	14.99
ENEMITO JUAREZ	209771	15.28	6400	0.47	51460	3.77	54036	3.96	485890	35.63	124353	9.12
COYOACAN	70712	11.09	4068	0.64	70417	4.77	23015	3.61	251595	39.47	11229	1.76
CUAJIMALPA	5615	20.75	0	0.00	0	0.00	5199	18.55	2254	8.04	651	2.32
CUAJIMALPA	716505	12.55	171122	2.76	636408	14.65	1195027	20.93	134531	2.76	490217	8.59
GUSTAVO, A. MADERO	160246	14.17	41234	3.65	68110	5.76	56104	4.96	66269	5.86	315140	27.87
ITZAPALCO	41906	15.60	29356	10.98	30829	14.53	6497	2.62	1749	0.50	64715	31.68
ITZAPALPA	49321	12.12	10727	2.63	39944	6.81	9239	2.27	15556	3.92	127981	31.92
M. CONTRERAS	2245	63.80	23	0.65	402	11.45	0	0.00	0	0.00	0	0.00
MIGUEL HIDALGO	207884	8.70	14679	0.61	314445	13.17	154285	6.46	284645	11.92	181144	7.58
MILPA ALTA	0	0.00	0	0.00	1087	15.92	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TLAHUAC	1736	8.40	0	0.00	1275	6.17	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TLALPAM	20582	5.66	3767	0.93	89414	24.57	0	0.00	5318	1.46	13075	3.81
V. CARRANZA	168170	24.88	44586	6.60	19517	2.89	67351	9.76	24032	3.56	152256	22.53
XOCHIMILCO	11059	13.01	1725	2.03	86	0.10	726	0.85	14742	17.40	28940	34.05
TOTALES =	2194226	14.98	380286	2.59	1538677	10.50	1583038	10.80	1372444	9.36	1646312	11.23

DELEGACION/ GIRO COMERCIOS Y SERVICIOS	LAVANDERAS		OFICINAS		DESPACHOS		AUTOMOTRIZ		RESTAURANTES		OTROS		TOTALES POR DELEGACION	
	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%
ALVARO OBREGON	17198	1.76	193773	19.81	11256	1.15	6862	0.70	29882	3.06	127472	12.03	977998	100.00
AZCAPOTZALCO	31331	5.28	7925	1.34	0	0.00	26896	4.53	4729	0.80	227514	38.33	593608	100.00
ENEMITO JUAREZ	25836	1.89	132768	9.74	29599	2.17	47255	3.47	70556	5.17	125781	9.22	1363705	100.00
COYOACAN	6763	1.09	22972	3.60	934	0.15	19340	3.03	14049	2.20	182069	28.57	637363	100.00
CUAJIMALPA	0	0.00	4312	15.39	0	0.00	49	0.17	0	0.00	9741	34.76	28021	100.00
CUAJIMALPA	25942	0.45	131924	23.11	117423	2.06	61674	1.08	297621	5.21	382429	6.71	5708715	100.00
GUSTAVO, A. MADERO	9581	0.85	34296	2.15	0	0.00	104468	9.74	19386	1.71	268999	23.79	1130835	100.00
ITZAPALCO	2859	1.07	4072	1.52	1384	0.52	6944	2.60	701	0.26	48376	18.10	267287	100.00
ITZAPALPA	15378	3.78	1413	0.25	556	0.14	11428	2.81	5107	1.25	120553	29.61	407202	100.00
M. CONTRERAS	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	848	24.10	3519	100.00
MIGUEL HIDALGO	62006	2.60	735898	30.81	29630	1.24	38187	1.60	37487	2.41	307976	12.90	2388266	100.00
MILPA ALTA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5743	68.30	6830	100.00
TLAHUAC	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	17647	85.42	20658	100.00
TLALPAM	1461	0.40	19792	4.94	0	0.00	2558	0.71	14393	2.96	19441	52.27	32784	100.00
V. CARRANZA	6523	0.47	31445	4.85	0	0.00	37226	6.47	11045	1.63	93749	15.87	675900	100.00
XOCHIMILCO	0	0.00	4608	5.42	0	0.00	1934	2.26	2231	2.62	18891	22.23	84992	100.00
TOTALES =	205078	1.40	2500703	17.06	190782	1.30	384831	2.63	527187	3.60	2133199	14.55	14658763	100.00

CUADRO 2 CONSUMO DE AGUA, COMERCIOS Y SERVICIOS POR ACTIVIDAD.
FUENTE: ESTUDIO DE CUANTIFICACION DE LOS USOS DEL AGUA D.D.F.

DELEGACION/ GIRO COMERCIOS Y SERVICIOS	COMERCIOS		BOLEGAS		HOTELES		S. RECREATIVOS		BAÑOS			
	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%		
ALVARO OBREGON	460912	20.99	7768	2.04	74190	2.22	0	0.00	61851	4.51	25834	1.63
ATECAPOTZALCO	69460	3.16	85222	22.41	18092	1.05	11070	0.70	24262	1.78	89007	5.41
BENITO JUAREZ	209771	9.53	6400	1.68	31460	3.74	34076	3.41	48580	35.40	124252	7.55
COYOACAN	70712	3.22	4068	1.07	70417	1.98	22015	1.42	29195	18.27	11229	0.68
CUAJIMALPA	2812	0.12	0	0.00	0	0.00	5199	0.27	2254	0.16	651	0.04
CUAHTEMOC	716565	32.63	131132	34.48	856408	24.76	1195027	75.49	134521	9.80	490217	29.78
GUSTAVO. A MADERO	160248	7.20	41234	10.84	65110	4.23	56104	2.54	66269	4.83	315140	19.14
ITZACALCO	41706	1.90	29355	7.72	28829	2.52	6997	0.44	1549	0.10	84715	5.15
ITZAPALAPA	49261	2.25	10727	2.82	79944	2.60	9228	0.58	15556	1.13	127951	7.77
M. CONTRERAS	2245	0.10	23	0.01	403	0.03	0	0.00	0	0.00	0	0.00
MIGUEL HIDALGO	207894	9.47	14679	3.86	314445	20.44	154285	9.75	284645	20.74	181144	11.00
HILFA ALTA	0	0.00	0	0.00	1687	0.07	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TLAHUAC	1736	0.08	0	0.00	1275	0.08	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TLALPAM	20592	0.94	2367	0.63	86414	5.81	0	0.00	5318	0.39	15875	0.84
V. CARRANZA	168170	7.66	44584	11.72	19517	1.27	67251	4.25	24032	1.75	152236	9.25
XOCHIMILCO	11059	0.50	1725	0.45	86	0.01	726	0.05	14792	1.08	28940	1.76
TOTALES =	2196226	100.00	580286	100.00	1538677	100.00	1583038	100.00	1372444	100.00	1646312	100.00

101

DELEGACION/ GIRO COMERCIOS Y SERVICIOS	LAVANDERAS		OFICINAS		DESPACHOS		AUTOMOTRIZ		RESTAURANTES		OTROS		TOTALES FOR DELEGACION	
	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%
ALVARO OBREGON	17198	8.79	193773	7.75	11256	5.90	6862	1.78	29882	5.67	127472	5.98	977998	6.67
ATECAPOTZALCO	31331	15.28	7925	0.32	0	0.00	26896	6.99	4729	0.90	227514	10.67	593608	4.05
BENITO JUAREZ	25826	12.60	132768	5.31	29599	15.51	47255	12.28	70556	13.38	125781	5.90	1263705	9.30
COYOACAN	6963	3.40	22972	0.92	574	0.49	19240	5.03	14049	2.66	182069	8.54	637262	4.25
CUAJIMALPA	0	0.00	4312	0.17	0	0.00	49	0.01	0	0.00	9741	0.46	28021	0.19
CUAHTEMOC	25942	12.45	131926	5.27	117423	61.25	61674	16.03	297621	56.45	382929	17.95	5708715	38.94
GUSTAVO. A MADERO	9581	4.67	24296	0.97	0	0.00	104468	27.15	19386	3.68	268999	12.61	1130835	7.71
ITZACALCO	2859	1.39	4072	0.16	1364	0.73	6944	1.80	701	0.13	48376	2.27	247287	1.62
ITZAPALAPA	15378	7.50	1412	0.06	556	0.29	11428	2.97	5107	0.97	120553	5.65	407202	2.78
M. CONTRERAS	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	848	0.04	2519	0.02
MIGUEL HIDALGO	62006	30.24	738998	29.43	29630	15.53	38187	9.92	57487	10.90	307976	14.44	2388266	16.29
HILFA ALTA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5745	0.27	6830	0.05
TLAHUAC	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	17647	0.83	20859	0.14
TLALPAM	1461	0.71	17975	0.72	0	0.00	2568	0.67	14393	2.73	194311	9.14	362864	2.48
V. CARRANZA	6523	3.18	31445	1.26	0	0.00	57226	14.87	11045	2.10	83769	4.39	875900	4.61
XOCHIMILCO	0	0.00	4809	0.18	0	0.00	1934	0.50	2231	0.42	18891	0.89	84992	0.58
TOTALES =	205078	100.00	2500703	100.00	190782	100.00	384831	100.00	527187	100.00	2133199	100.00	14658763	100.00

CUADRO 3. CONSUMO DE AGUA, COMERCIOS Y SERVICIOS POR DELEGACION.
FUENTE: ESTUDIO DE CUANTIFICACION DE LOS USOS DEL AGUA D.D.F.

De los resultados del mismo cuadro se puede observar que la delegación Cuautémoc, es la que registró el mayor consumo; - el 38,94 % del total, seguida por la delegación Miguel Hidalgo con el 16.29 %.

4.1.3 SECTOR INDUSTRIAL.

De acuerdo a los resultados del estudio realizado en el año - de 1984, había alrededor de 3000 establecimientos industria-- les en el Distrito Federal. De éstos, 2352 se tenían registrados en el padrón de usuarios mayores de la Dirección General- de Construcción y Operación Hidráulica, debido a que tenían - tomas con un diámetro mayor a los 19 mm, o consumían más de - 500 m³ de agua en un período bimestral.

Estos establecimientos están divididos en diversos grupos o - giros, éstos son: químico, textil, papelerero, bebidas, metalurgia, metal-mecánica, alimentos, tenería, plásticos y otros no especificados; para el mismo año éste conjunto de establecimientos industriales consumieron un gasto de 12'907,886 m³/bim.

Considerando los valores del cuadro 4 en donde se presenta el porcentaje de incidencia de cada giro con respecto al to-- tal, los giros que consumieron la mayor parte del gasto antes mencionado, fueron: bebidas y alimentos que emplearon el --- 19.09 % y el 14.72 % respectivamente, mientras que el giro -- clasificado como otros o no especificados, el 25 %, es decir- más de tres millones de metros cúbicos por bimestre; cabe menu

DELEGACION/ GIRO INDUSTRIAL	QUIMICA		TEXTIL		PAPELERA		BEBIDAS		METALURGIA		METAL-MECANICA	
	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%
ALVARO OBREGON	133122	38.81	25634	7.47	11280	3.29	0	0.00	24681	7.20	7024	2.05
AICAPOTZALCO	117667	3.76	315515	10.08	231392	7.39	296172	9.46	239569	7.65	345100	11.02
BEHITO JUAREZ	136602	44.14	70478	22.77	4549	1.47	55704	18.00	4451	1.44	3029	0.98
COYOACAN	134841	39.94	23363	5.01	70986	16.25	188649	40.49	0	0.00	3743	0.80
CUAJIMALPA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	21	1.29
CUAUHTEMOC	42741	3.48	42221	3.21	39174	2.98	615788	46.85	11621	0.88	20572	1.57
GUSTAVO, A MADRID	91027	7.86	27229	2.36	202166	17.47	81191	7.01	120842	10.44	38292	3.31
IZTACALCO	30203	5.25	70030	12.17	6415	1.11	263173	45.72	25049	4.25	19989	3.47
IZTAPALAPA	211114	29.36	184423	25.65	148417	20.64	3234	0.45	10893	1.52	24825	3.45
M. CONTRERAS	641	41.92	888	58.08	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
MIGUEL HIDALGO	222547	6.62	212926	6.33	58726	1.75	793750	23.61	79938	2.38	65057	2.53
MILFA ALTA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TLAHUAC	0	0.00	0	0.00	561	2.69	0	0.00	0	0.00	252	1.88
TLALFAN	30925	5.47	389008	68.75	95095	16.81	39064	6.90	7724	1.37	150	0.03
V. CARRANZA	3915	0.46	192431	22.41	30085	3.50	126788	14.76	21360	2.49	12314	1.43
XOCHIMILCO	32499	38.87	41466	48.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TOTALES =	1191844	9.23	1595612	12.36	904956	7.01	2463513	19.09	546128	4.23	560368	4.34

103

DELEGACION/ GIRO INDUSTRIAL	ALIMENTOS		TENERIA		PLASTICO		OTROS		TOTALES POR DELEGACION	
	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%
ALVARO OBREGON	7589	2.21	0	0.00	12332	3.57	121458	35.41	343020	100.00
AICAPOTZALCO	865453	27.64	11820	0.38	47017	1.50	661955	21.14	3131660	100.00
BEHITO JUAREZ	6972	2.25	0	0.00	4594	1.48	23079	7.46	309458	100.00
COYOACAN	25	0.01	0	0.00	5162	1.11	33043	7.09	463952	100.00
CUAJIMALPA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1610	98.71	1631	100.00
CUAUHTEMOC	338423	25.75	4276	0.33	17296	1.22	179326	13.64	1314438	100.00
GUSTAVO, A MADRID	299175	25.85	1342	0.12	43208	3.73	252855	21.85	1157427	100.00
IZTACALCO	25915	4.50	89089	15.48	3851	0.67	41933	7.28	575647	100.00
IZTAPALAPA	10702	1.49	0	0.00	40458	5.63	84915	11.81	718981	100.00
M. CONTRERAS	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1529	100.00
MIGUEL HIDALGO	276293	8.22	0	0.00	105847	3.09	1529105	45.48	3362089	100.00
MILFA ALTA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TLAHUAC	10461	68.77	0	0.00	0	0.00	3974	25.87	15208	100.00
TLALFAN	348	0.06	0	0.00	384	0.07	3121	0.55	565829	100.00
V. CARRANZA	59118	6.88	111340	12.96	5317	0.62	296157	34.48	658825	100.00
XOCHIMILCO	0	0.00	0	0.00	862	1.00	10365	12.03	88192	100.00
TOTALES =	1900504	14.72	217867	1.69	284228	2.20	3242866	25.10	12907886	100.00

CUADRO 4. CONSUMO INDUSTRIAL DE AGUA POR GIRO.
FUENTE: ESTUDIO DE CUANTIFICACION DE LOS USOS DEL AGUA D.D.F.

DELEGACION/ GIRO INDUSTRIAL	QUIMICA		TEXTIL		PAPELEFA		BEBIDAS		METALURGIA		METAL-MECANICA	
	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%
ALVARO OREGON	133122	11.17	25674	1.61	11260	1.25	0	0.00	24681	4.52	7024	1.25
AZCAPOTZALCO	117667	9.87	215515	19.77	231392	25.37	296172	12.02	239869	42.87	345100	61.58
BENITO JUAREZ	136602	11.46	70478	4.42	4849	0.20	53704	2.24	4451	0.82	3029	0.54
COYOACAN	134841	11.31	23263	1.46	77096	8.52	168649	7.66	0	0.00	3743	0.67
CUAJIMALPA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	21	0.00
CUAUHTEMOC	45741	3.84	42221	2.65	39174	4.23	615788	25.00	11621	2.13	20572	3.67
GUSTAVO. A MADERO	91027	7.64	27329	1.71	202166	22.34	61191	3.30	120842	22.13	38292	6.83
IZTACALCO	30202	2.53	70030	4.39	6415	0.71	262172	10.68	25049	4.59	19989	3.57
IZTAPALAPA	211114	17.71	194423	11.56	148417	16.40	7234	0.13	10893	1.99	24825	4.43
M. CONTIERRAS	641	0.02	688	0.02	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
MIGUEL HIDALGO	222547	18.67	212826	12.74	58726	6.49	793750	32.22	79938	14.64	85057	15.18
MILPA ALTA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TLAHUAC	0	0.00	0	0.00	261	0.02	0	0.00	0	0.00	252	0.04
TLALPAM	10425	2.59	38908	24.38	95095	10.51	39064	1.59	3724	1.41	150	0.03
V. CARRANZA	2915	0.23	192471	12.06	30085	3.32	126788	5.15	21360	3.91	12314	2.20
XOCHIMILCO	33499	2.81	41466	2.60	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TOTALES *	1191844	100.00	1595612	100.00	904956	100.00	2462517	100.00	546128	100.00	560368	100.00

104

DELEGACION/ GIRO INDUSTRIAL	ALIMENTO		TENERIA		PLASTICO		OTROS		TOTALES POR DELEGACION		
	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	M3/BIM	%	
ALVARO OREGON	7589	0.40	0	0.00	12232	4.30	121458	3.75	342020	2.66	66.17
AZCAPOTZALCO	865453	45.54	11820	5.43	47017	16.54	661955	20.41	3131660	24.26	604.10
BENITO JUAREZ	6972	0.27	0	0.00	4594	1.62	23079	0.71	309458	2.40	59.69
COYOACAN	85	0.00	0	0.00	5182	1.82	33043	1.02	465952	3.61	89.68
CUAJIMALPA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1610	0.05	1621	0.01	0.31
CUAUHTEMOC	338423	17.81	4276	1.96	17296	6.09	179226	5.53	1314438	10.18	253.56
GUSTAVO. A MADERO	299175	15.74	1342	0.62	43208	15.20	252855	7.80	1157427	8.97	223.27
IZTACALCO	25915	1.36	89089	40.89	3851	1.35	41933	1.29	575647	4.46	111.04
IZTAPALAPA	10702	0.56	0	0.00	40458	14.23	84915	2.62	718981	5.57	138.69
M. CONTIERRAS	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1529	0.01	0.29
MIGUEL HIDALGO	276292	14.54	0	0.00	102847	36.54	1529105	47.15	3362089	26.05	648.55
MILPA ALTA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00
TLAHUAC	10481	0.55	0	0.00	0	0.00	3934	0.12	18208	0.12	2.93
TLALPAM	348	0.02	0	0.00	384	0.14	3131	0.10	565829	4.25	109.15
V. CARRANZA	59118	3.11	111740	51.10	5317	1.87	296157	9.12	858825	6.65	162.67
XOCHIMILCO	0	0.00	0	0.00	862	0.30	10365	0.22	86192	0.67	16.63
TOTALES *	1900504	100.00	217867	100.00	284228	100.00	3242866	100.00	12907886	100.00	2489.95

CUADRO 5. CONSUMO INDUSTRIAL DE AGUA POR DELEGACION.
FUENTE: ESTUDIO DE CUANTIFICACION DE LOS USOS DEL AGUA D.D.F

cionar que dentro de este giro, se encuentra la Refinería 18 de Marzo, que requirió individualmente un gasto de 1'100,000 m³/bim.

Tomando en cuenta los valores del cuadro 5 en la que se presenta en forma específica el consumo a nivel delegacional corresponde a la Miguel Hidalgo y Azcapotzalco una concentración del 50 % del consumo total de agua por parte del sector industrial, empleando el 26.05 % y 24.26 % respectivamente.

En la lámina 1 se muestra en forma gráfica los valores del cuadro 4, que como se señaló, corresponde al gasto de -- consumo de cada giro industrial y su valor porcentual con -- respecto al total, así también se ilustra las industrias de mayor consumo (bebidas y alimentos) .

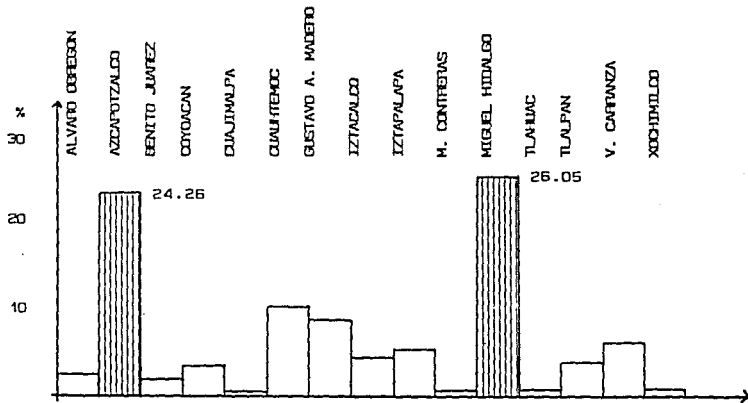
En la lámina 2 se presenta los valores del cuadro 5, indicando el porcentaje de incidencia de cada delegación con -- respecto al consumo total, al igual se ilustra las delegaciones Azcapotzalco y Miguel Hidalgo, las de mayor consumo.

4.1.4 RESUMEN DE GASTOS DE CONSUMO.

Con el fin de tener una visión general sobre la distribución y consumo de agua en el Distrito Federal, en este subtema se reúne la información presentada en cada uno de los sectores -- antes mencionados.

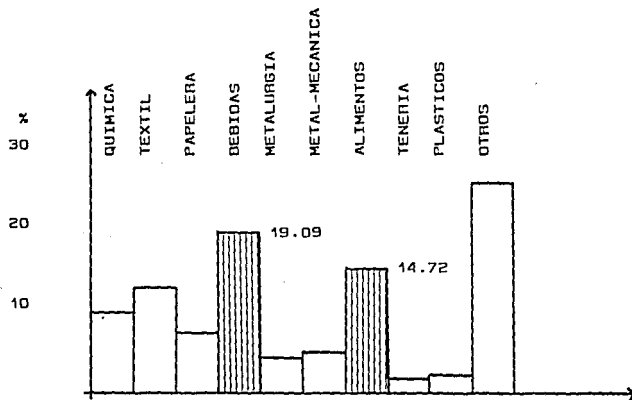
El volúmen total estimado de acuerdo a los estudios realizados, fué de 37.7 m³/seg., el sector doméstico fué el de ma--

GASTO TOTAL 100 %
12'907,886 M3/BIM



LAMINA 1 CONSUMO INDUSTRIAL DE AGUA
POR DELEGACION

GASTO TOTAL 100 %
12'907,886 M3/BIM



LAMINA 2 CONSUMO INDUSTRIAL DE AGUA
POR GIRO

yor representación, le correspondió el 72 % del total, le siguieron en importancia el sector comercios y servicios con el 15 %, mientras que el sector industrial empleó solamente el 13 %. Estos valores se presentan en el cuadro 6, indicando el valor porcentual con respecto al total, así mismo se hacen en forma particular a nivel delegacional en la misma tabla.

En cuanto a la distribución del agua en forma territorial, correspondió a la delegación Azcapotzalco y Miguel Hidalgo el mayor consumo industrial, dentro de la Delegación Cuauhtémoc predominaron los usuarios comerciales y de servicios, por otra parte las delegaciones Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tlahuac y Xochimilco emplearon el agua principalmente para uso doméstico.

Respecto a los gastos de consumo por delegación correspondió a la delegación Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo los mayores consumos, 14.23 %, 14.13 % y 11.40 % respectivamente. Estos valores se indican en el cuadro 7 en la que se presentan los consumos a nivel delegacional, así como en forma particular, en forma numérica y porcentual.

DELEGACION/ SECTOR URBANO	DOMESTICO		COMER. SERV.		INDUSTRIAL		TOTAL	
	LTS/SEG	%	LTS/SEG	%	LTS/SEG	%	LTS/SEG	%
ALVARO OBREGON	2180	81.22	373	13.90	131	4.88	2684	100.00
AZCAPOTZALCO	1088	43.29	227	9.03	1198	47.67	2513	100.00
BENITO JUAREZ	3023	82.55	520	14.20	119	3.25	3662	100.00
COYDACAN	2258	84.25	243	9.07	179	6.68	2680	100.00
CUAJIMALPA	188	94.47	10	5.03	1	0.50	199	100.00
CUAUHTEMOC	2642	49.59	2176	40.84	510	9.57	5328	100.00
GUSTAVO. A MADERO	4495	83.74	431	8.03	442	8.23	5368	100.00
IZTACALCO	904	73.68	103	8.39	220	17.93	1227	100.00
IZTAFALAPA	3207	88.13	156	4.29	276	7.58	3639	100.00
M. CONTRERAS	511	99.42	2	0.39	1	0.19	514	100.00
NIGUEL HIDALGO	2105	48.92	911	21.17	1287	29.91	4303	100.00
MILFA ALTA	135	98.54	2	1.46	0	0.00	137	100.00
TLAHUAC	304	95.60	8	2.52	6	1.89	318	100.00
TLALPAN	1507	81.33	138	7.45	208	11.23	1853	100.00
V. CARRANZA	1891	76.34	257	10.38	329	13.28	2477	100.00
XOCHIMILCO	750	91.91	32	3.92	34	4.17	816	100.00
TOTALES =	27188	72.08	5589	14.82	4941	13.10	37718	100.00

CUADRO 6 CONSUMO DE AGUA POR LOS SECTORES URBANOS.
FUENTE: ESTUDIO DE CUANTIFICACION DE LOS USOS DEL AGUA D. D. F.

DELEGACION/ SECTOR URBANO	DOMESTICO		COMER. SERV.		INDUSTRIAL		TOTAL	
	LTS/SEG	%	LTS/SEG	%	LTS/SEG	%	LTS/SEG	%
ALVARO OBREGON	2180	8.02	373	6.67	131	2.65	2684	7.12
AZCAPOTZALCO	1088	4.00	227	4.06	1198	24.25	2513	6.66
BENITO JUAREZ	3023	11.12	520	9.30	119	2.41	3662	9.71
COYOACAN	2258	8.31	243	4.35	179	3.62	2680	7.11
CUAJIMALPA	188	0.69	10	0.18	1	0.02	199	0.53
CUAUHTEMOC	2642	9.72	2176	38.93	510	10.32	5328	14.13
GUSTAVO. A MADERO	4495	16.53	431	7.71	442	8.95	5368	14.23
IZTACALCO	904	3.32	103	1.84	220	4.45	1227	3.25
IZTAPALAPA	3207	11.80	156	2.79	276	5.59	3639	9.65
M. CONTRERAS	511	1.88	2	0.04	1	0.02	514	1.36
MIGUEL HIDALGO	2105	7.74	911	16.30	1287	26.05	4303	11.41
MILPA ALTA	135	0.50	2	0.04	0	0.00	137	0.36
TLAHUAC	304	1.12	8	0.14	6	0.12	318	0.84
TLALFAN	1507	5.54	138	2.47	208	4.21	1853	4.91
V. CARRANZA	1891	6.96	257	4.60	329	6.66	2477	6.57
XOCHIMILCO	750	2.76	32	0.57	34	0.69	816	2.16
TOTALES =	27188	100.00	5589	100.00	4941	100.00	37718	100.00

CUADRO 7 CONSUMO DE AGUA POR DELEGACION.
FUENTE: ESTUDIO DE CUANTIFICACION DE LOS USOS DEL AGUA D.D.F.

4.2 ZONAS INDUSTRIALES DENTRO DEL DISTRITO FEDERAL.

En el subtema anterior en lo que corresponde al sector industrial, se mencionó que de los 3000 establecimientos industriales existentes en el año de 1984, 2352 se tenían contemplados en el padrón de usuarios mayores de la dependencia correspondiente. En este subtema se pretende dar a conocer la distribución de este último número de industrias en el Distrito Federal, para lo cual se hace uso de la regionalización del sector industrial, realizada por la oficina de control de usuarios de la misma dependencia, siendo ésta la que divide al Distrito Federal en cinco rutas o zonas; a continuación se presenta el porcentaje de incidencia de cada ruta con respecto a los 2352 establecimientos del padrón antes citado.

<u>R U T A</u>	<u>%</u>
RUTA 1 ó ZONA PONIENTE	14.35
RUTA 2 ó ZONA SUR	13.35
RUTA 3 ó ZONA ORIENTE	26.85
RUTA 4 ó ZONA NORTE	28.80
RUTA 5 ó ZONA CENTRO	16.25
TOTAL	<u>100.00</u>

La ruta 1 representa la zona poniente del Distrito Federal y corresponde a las delegaciones políticas de Alvaro Obregón, - Miguel Hidalgo, Cuajimalpa, Magdalena Contreras y una pequeña

parte de la Benito Juárez.

Las industrias de esta zona se ubican en la delegación Miguel Hidalgo, concentrándose en las colonias ampliación Granada y Anahuac, mientras que dentro de la delegación Alvaro Obregón en San Pedro de los Pinos y en menor medida Tacubaya. Estas industrias están diversificadas en cuanto a las actividades respectivas; la industria no especificada sobresale en un 27% la industria química en un 19.50 %, la metal-mecánica en un 12 % y la textil y plástica con el 11 % y 10 % respectivamente.

La zona sur o ruta 2, corresponde a las delegaciones: Benito-Juárez, Coyoacán, Tlalpan, y Xochimilco; dentro de las dos primeras se encuentran localizadas las industrias química, farmacéutica, y fotográfica, con un porcentaje con respecto a la zona del 16.50 %, a éste grupo de industrias, le siguen las industrias textil y la no especificada con el 14 % y 19 % respectivamente.

La ruta 3 o zona oriente, comprende las delegaciones Venustiano Carranza, Iztacalco, Iztapalapa, Tlahuac. Dentro de la delegación Venustiano Carranza, el grupo de industrias se localiza en el Barrio Popular Rastro, Penitenciaría y la 2a. sección Moctezuma; dentro de la delegación Iztacalco en la colonia Granjas México y en forma dispersa en Pantitlán y Agrícola Oriental. En Iztapalapa; en Granjas San Antonio, Granjas Esmeralda, Santa Isabel y a lo largo de la Calzada México Tulyehualco.

En forma porcentual el tipo de industria que se localiza en esta zona, corresponde a: textil, 18 %, metal-mecánica, 13.5 %, plástica, 8 %, del porcentaje de la zona respectivamente.

La ruta 4 o zona norte, abarca las delegaciones Gustavo A. - Madero y Azcapotzalco, concentrándose en la zona de Vallejo, San Antonio y Granjas Modernas; en esta zona con respecto al valor porcentual, sobresalen las industrias: metal-mecánica- 20.36 %, química y metalurgia con el 11.17 % y 10.87 % respectivamente.

La zona centro o ruta 5, está representada por la delegación Cuauhtémoc, en donde la industria textil representa del total de las industrias de la zona el 18 %, le sigue la industria- metal-mecánica con el 10.10 % y la química con un 10.60 %.

4.3 ALTERNATIVAS DE REUSO DE AGUA RESIDUAL TRATADA.

En las dos primera partes de este capítulo se trataron principalmente aspectos relacionados con el sector industrial en cuanto a:

- * Consumos de agua potable por giro o actividad.
- * Consumos de agua potable a nivel delegacional.

Así también se señalaron:

- * Las zonas de concentración industrial.

En esta parte se realiza una comparación de los resultados de los aspectos mencionados, con el fin de proponer por una parte, una alternativa a nivel regional o geográfico en la cual se promueva el reuso del agua renovada, mientras que -- por otra, presentar también como alternativa un giro o actividad del sector industrial dentro de la zona propuesta. Para éstas alternativas se tomará en cuenta las zonas e industrias de mayor consumo y concentración industrial, así como las generalidades de cada giro.

A continuación se describe el análisis de zonas de concentración industrial y consumos de agua potable.

1.- Retomando los resultados de la tabla 4.4, los giros de bebidas y alimentos, después de las industrias no especificadas, son las actividades de mayor consumo de agua potable, para este análisis se procede a su eliminación debido a que actualmente no se cuenta con la capacidad en -- cuanto a calidad por parte del sistema de tratamiento y-

reuso del Departamento del Distrito Federal, para llevar a cabo el intercambio de agua residual tratada por agua potable dentro de las actividades antes mencionadas.

- 2.- En segundo lugar, tomando en cuenta los porcentajes de concentración industrial de acuerdo al padrón de usuarios que se hizo mención, para el año de 1984, la zona norte que corresponde a las delegaciones Gustavo A. Madero y Azcapotzalco concentraron el mayor número de industrias en un 28.80 % del total. Estas delegaciones a su vez, de acuerdo a los valores de la tabla 4.5; realizaron un consumo de 223.27 lts/seg y 604.10 lts/seg, los cuales equivalen al 8.97 % y 24.26 % del total respectivamente.

Estos dos últimos aspectos, dejan ver inicialmente que dentro de la delegación Azcapotzalco existe un número considerable de industrias que a su vez consumieron casi la cuarta parte del líquido empleado por el sector industrial.

- 3.- La zona oriente que comprende las delegaciones Venustiano Carranza, Iztacalco, Iztapalapa y Tlahuac, que en conjunto ocuparon el segundo lugar en concentración industrial, su consumo fué en forma porcentual del 16.80 %, y que comparándolo con el unitario de 24.26 % de la delegación Azcapotzalco, se puede reafirmar la nota señalada en el punto anterior con relación a esta última delegación.

ción.

- 4.- Al considerar el consumo de agua potable a nivel delegacional, dentro del sector industrial, la delegación Miguel Hidalgo empleó para 1984 el 26.05 % del total, con el que ocupó el primer lugar en cuanto a consumo.
- 5.- La zona centro que corresponde a la delegación Cuauhtémoc con el 16.25 % de concentración industrial y con un valor de 10.18 % en cuanto a consumo, ocupa el tercer lugar en relación con el total en cada aspecto.
- 6.- La delegación Gustavo A. Madero, debido a que su consumo es menor al 10 %, no se considera dentro el análisis.
- 7.- De acuerdo a los valores de la tabla 4.4, y la condición señalada en el punto no. 1, para el año de 1984 las industrias de mayor consumo fueron la textil, química y papelera con un consumo en valor porcentual con respecto al total de: 12.36 %, 9.23 % y 7.01 % respectivamente. En cuanto al resto de las industrias presentadas en la misma tabla, estas consumieron individualmente menos del 5 % del gasto total, por lo que no se tomarán en cuenta en las proposiciones resultado del planteamiento aquí expuesto.

Por lo antes expuesto, únicamente se tomarán en cuenta las delegaciones; Miguel Hidalgo, Azcapotzalco y Cuauhtémoc. Y en lo que respecta a las industrias éstas serán: la textil, química y papelera.

Considerando éstas últimas delegaciones e industrias, a continuación se muestra en forma porcentual e individual los valores de incidencia por giro industrial y delegación con respecto al consumo total realizado por cada una de estas.

INDUSTRIA DELEGACION	QUIMICA %	TEXTIL %	PAPELERA %	PARCIAL %
AZCAPOTZALCO	3.76	10.08	7.39	21.23
MIGUEL HIDALGO	6.62	6.33	1.75	14.70
CUAUHTEMOC	3.48	3.21	2.98	9.67

INCIDENCIA POR GIRO INDUSTRIAL 1984.

Nota: Los porcentajes son con respecto al total del consumo realizado por cada delegación.

INDUSTRIA DELEGACION	QUIMICA %	TEXTIL %	PAPELERA %
AZCAPOTZALCO	9.87	19.77	25.57
MIGUEL HIDALGO	18.67	13.34	6.49
CUAUHTEMOC	3.84	2.65	4.33
PARCIAL	32.38	35.76	36.39

INCIDENCIA POR DELEGACION. 1984.

Nota: Los porcentajes son con respecto al consumo realizado por cada actividad industrial.

De acuerdo a los valores de incidencia por giro industrial, la delegación Azcapotzalco le corresponde el mayor consumo sobre el resto; dentro de la delegación predomina la industria textil, siguiendo en orden la papelera.

Considerando los datos de la incidencia por delegación, la industria papelera es la que registra el mayor consumo dentro de las tres delegaciones en estudio, sobresale con un 70 % del total de la delegación Azcapotzalco.

Por todo lo anterior, primeramente se propone como alternativa para el incremento de agua residual tratada, a la delegación Azcapotzalco, siendo esta también en la que se realicen estudios en cuanto a calidad del gasto requerido por parte de las industrias textil y/o papelera, debido a que como se indicó son las industrias de mayor consumo, así mismo se recomienda en segundo lugar realizar los mismos estudios dentro de la delegación Miguel Hidalgo, pero con la industria química, con el objetivo de conocer en forma más profunda la calidad requerida. Con lo cual se podrá analizar la posibilidad de hacer del efluente producido una fuente complementaria para liberar volúmenes de agua potable para consumo doméstico.

4.4 EL AGUA DENTRO DE LA INDUSTRIA.

Al hablar del agua dentro de la industria, se hace referencia a las formas en las que se emplea el agua en las plantas o -- instalaciones industriales, estas formas pueden clasificarse en cuatro:

1. AGUA DE ALIMENTACION DE CALDERAS

2. AGUA DE ENFRIAMIENTO

3. AGUA DE PROCESO

4. AGUA EN USOS GENERALES

El agua que se emplea en estas formas, debe cumplir con dos - aspectos: el primero de ellos, tal vez el más importante, es el relacionado con la calidad del afluente que llega a la -- planta, el cual debe tener o poseer la calidad apropiada. Esta calidad requerida depende del uso o usos finales, ya que - la variación en la aceptación de algunas impurezas varía de - acuerdo a éstos, es decir, la calidad de agua requerida en ca da caso puede diferir haciendo que en varias ocasiones la ca lidad sea tan alta que prácticamente la remoción de impurezas sea completa, por ello las industrias pueden establecer nor-- mas más o menos estrictas de acuerdo al giro, por ejemplo; el criterio para las aguas de enfriamiento es, por lo general, - más amplio o menos específico que para las aguas de proceso o alimentación de calderas.

Generalmente se prescribe para las aguas de enfriamiento, que se encuentren libres de sustancias capaces de originar in---

crustaciones o lodos en los equipos o bien evitar el apoyo a limos u organismos acuáticos en los conductos del equipo de enfriamiento. La condición de calidad se ve reflejada directamente en forma proporcional en el costo de acondicionamiento del agua para cada uso.

El segundo aspecto, es el hecho de que los suministros de agua a este sector deben ser en forma suficiente, abundante y constante, para cubrir aquellos requerimientos en los períodos de máxima demanda.

AGUA DE ALIMENTACION DE CALDERAS.

Para el caso del agua para la alimentación de calderas, en general, resulta más costosa, ya que normalmente se realiza un tratamiento adicional, puesto que la calidad requerida depende de la presión a la cual trabaja la caldera; es decir conforme aumenta la presión aumenta en forma proporcional la pureza del agua, debido a que conforme el agua se evapora, aumenta la concentración de impurezas en la fase líquida, las impurezas disueltas y ocluidas se acumulan, la transferencia de calor se deteriora y los tubos de la caldera se sobrecalientan; aparecen lodos, incrustaciones cristalinas y otros recubrimientos sobre el metal de la caldera, ocasionando corrosiones y la fragilización del metal. Para lograr la calidad del agua en este uso se mantiene el agua bajo especificaciones mediante una o más técnicas; las cuales son:

- * Tratamiento externo para la remoción de impurezas del agua.
- * Tratamiento interno para el acondicionamiento.
- * Purgado para la remoción de los concentrados y lodos.
- * Tratamiento de los concentrados y lodos.

AGUA DE ENFRIAMIENTO.

El agua dentro de los sistemas de enfriamiento de un solo paso o por recirculación, constituye el medio refrigerante más común para las industrias; por ello, la calidad del agua está en función del uso y destino del agua empleado; en ocasiones es necesario emplear cloro y desinfectantes, para mantener bajos los crecimientos de microorganismos, en otras es necesario tratarlas con productos químicos para prevenir incrustaciones o sedimentos en los equipos y tuberías. El uso y destino del agua en los sistemas de enfriamiento puede describirse en las cuatro formas siguientes:

- * Enfriamiento de un paso y conducción al drenaje.
- * Enfriamiento de un paso y uso del agua en otros propósitos.
- * Enfriamiento por recirculación en sistemas abiertos.
- * Enfriamiento por recirculación en sistemas cerrados.

Los procesos de tratamiento para dar la calidad apropiada o requerida en los cuatro usos anteriores se realiza mediante:

- * Para el caso del enfriamiento en un solo paso y conducción al drenaje en algunas ocasiones solamente se requiere la aplicación de cloro y en otras la reducción de la dureza del agua.
- * Para el segundo uso, la calidad requerida es a base de los procesos de eliminación de la dureza y/o ablandamiento del agua.
- * Para los sistemas de enfriamiento por recirculación en sistemas abiertos, con la reducción de la dureza y ablandamiento del agua es suficiente.
- * Para el último tipo de sistema de enfriamiento, en ocasiones es necesario llegar hasta la desmineralización del agua para cumplir con los requerimientos de calidad necesarios.

AGUA DE PROCESO.

La calidad que se requiere dentro de esta forma de empleo de agua por parte de la industria, varía en un amplio rango, de acuerdo al tipo de industria, producto en producción y/o tipos de procesos de fabricación.

En algunas ocasiones, se puede o no requerir algún tipo de tratamiento adicional, en otras posiblemente con una aplicación de cloro se logre la calidad requerida. Los procesos de tratamiento para el mejoramiento de la calidad pueden ir-

desde la reducción o eliminación de la dureza del agua hasta la eliminación completa de impurezas mediante una destilación del agua.

AGUA EN USOS GENERALES.

Debido a que en este uso del agua, el hombre tiene contacto directo en ésta; el líquido por emplear debe estar libre por lo menos de olores y sabores y estar bajo un estricto control de microorganismos y bacterias, con el fin de evitar daños a la salud.

4.4.1 INDUSTRIA QUIMICA, PAPELERA Y TEXTIL.

A continuación se presenta en forma sintética el uso del líquido vital en las industrias seleccionadas anteriormente: - industria química, industria papelera e industria textil.

INDUSTRIA QUIMICA.

En lo que respecta a la industria química, esta se caracteriza por la presencia de una gran complejidad en sus productos, diversificación en sus materias primas, productos y subproductos elaborados.

Dada esta complejidad, una clasificación de la industria, de acuerdo a los productos que se elaboran, esta puede ser:

<u>RAMAS DE LA PRODUCCION</u>	<u>SUBRAMAS</u>	<u>ELABORACION DE</u>
1.- ACIDOS, BASES Y SALES.	1.1	ACIDOS.
	1.2	BASES.
	1.3	SALES.
2.- RESINA Y HULE SINTETICO.	2.1	RESINAS.
	2.2	HULE SINTETICO.
3.- INDUSTRIA FARMACEUTICA.	3.1	MATERIAS PRIMAS.
	3.2	PRODUCTOS TERMINADOS.
4.- PLAGUICIDAS.	4.1	INSECTICIDAS.
	4.2	HERBICIDAS.
	4.3	FUNGICIDAS.

Debido a la amplia diversificación que existe en esta industria, no es posible generalizar bajo un mismo rubro todos los conceptos concernientes al uso del agua; a pesar de este hecho, el agua es un elemento indispensable en la operación de esta industria, en ocasiones es materia prima, en otras es medio de transporte de otros materiales, medio de acondicionamiento, en varias ocasiones proporciona servicios auxiliares.

En cuanto a una clasificación funcional, el agua en las líneas de la producción de la industria química puede resumirse en cuatro aspectos:

- * Agua involucrada directamente en el proceso.
- * Agua destinada a operaciones de enfriamiento con o sin contacto con los productos.

- * Agua empleada en calderas.
- * Agua empleada en operaciones de limpieza y servicios.

En cuanto a estos usos, en algunas ocasiones es necesario acondicionar el agua antes de su empleo, especialmente en los rubros de procesos y calderas; en el caso de los usos en enfriamiento o usos auxiliares, las normas de calidad son menos rigurosas. De acuerdo a esto último, se puede mencionar que el porcentaje de agua de primer orden o potable que entra a una planta de productos químicos, está en función directa del tipo de producto elaborado y de la tecnología empleada.

INDUSTRIA TEXTIL.

En la industria textil, de acuerdo a las producciones que se realizan en ésta, existen dos ramas principales, las cuales emplean grandes volúmenes de agua: las plantas que procesan telas a base de algodón y las plantas que procesan telas a base de lana.

PLANTAS QUE PROCESAN TELAS A BASE DE ALGODON.

Los procesos que se realizan dentro de estas son:

- 1.- Conversión a tela.
- 2.- Desencolado.
- 3.- Descrude.
- 4.- Blanqueo.

- 5.- Mercerizado.
- 6.- Teñido.
- 7.- Estampado.
- 8.- Acabado Final.

- 1.- CONVERSION A TELA. La conversión del algodón bruto a tela tejida se hace en seco, se carda, enrolla, encarreta y se teje. Regularmente las fábricas de acabado textil reciben la tela de esta forma.
- 2.- DESENCOLADO. Este proceso consiste en hacer pasar la tela por agua y sosa cáustica con el fin de eliminar impurezas como polvo, grasas, otros, etc.
- 3.- DESCRUDE. Consiste en la eliminación de impurezas naturales de la tela, empleando agua, sosa cáustica, agua oxigenada y detergentes.
- 4.- BLANQUEO. Este proceso se lleva a cabo con el uso de productos oxidantes como el hipoclorito de sodio, en el mismo proceso se enjuaga con agua y luego se exprime.
- 5.- MERCERIZADO. Con este proceso se aumenta el lustre, se da fuerza al brillo y afinado al algodón, por medio de la saturación del hilo con sosa en frío, primeramente, más tarde se realiza un lavado con ácido.
- 6.- TEÑIDO. La tela se hace pasar por varias cajas con colorantes con el fin de realizar este proceso.
- 7.- ESTAMPADO. En este proceso la tela se hace pasar entre rodillos con estampados, el agua en este proceso solo se emplea en el lavado de los rodillos.

El agua en esta serie de procesos es fundamental y se emplea en la medida y cantidad que se requiera de acuerdo a cada pa so y producto manufacturado.

PLANTAS QUE PROCESAN TELAS A BASE DE LANA.

Los procesos que se realizan dentro de estas plantas son:

- 1.- Selección de la Tela.
- 2.- Cardado.
- 3.- Enrollado.
- 4.- Engomado.
- 5.- Tejido.
- 6.- Teñido.
- 7.- Lavado.
- 8.- Planchado.

- 1.- SELECCION DE LA TELA. Normalmente la fibra de lana ya -- viene preparada, en este primer paso, consiste en la ali neación de la fibras para realizar un entrelazado, esto -- último se hace en seco.
- 2.- CARDADO. Esta operación consiste en transformar la lana -- en hilo bajo una atmósfera húmeda, con el objeto de no -- ocasionar la separación de las fibras.
- 3.- ENROLLADO. En este paso se realiza el embobinado de los -- hilos.
- 4.- ENGOMADO. En este proceso se emplea goma y algodón, el -- agua se usa en el lavado de los tanques de engomado.

- 5.- TEJIDO. En este paso se convierte el hilo a tela.
- 6.- TEÑIDO. En esta operación se emplean compuestos como sulfito de sodio, hipoclorito de sodio, ácido acético, en los que se emplea la mayor cantidad de agua.
- 7.- LAVADO. En esta parte del proceso se elimina la mayor -- parte de impurezas que hayan quedado, se emplea únicamente agua y detergente.
- 8.- PLANCHADO. En este paso se vaporiza el agua que aún permanece en la tela.

En relación a la calidad requerida, dentro de todos los procesos productivos de la industria textil en acabados de algodón y lana, el agua que se emplea no requiere ningún tratamiento adicional, solo en el caso de agua para calderas con el fin de evitar incrustaciones en las mismas.

INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL.

Las industrias elaboradoras de celulosa y papel pueden clasificarse de acuerdo a la naturaleza de sus procesos e instalaciones y en función de los productos manufacturados; de dos formas:

- 1.- INDUSTRIAS INTEGRADAS.
- 2.- INDUSTRIAS NO INTEGRADAS.

INDUSTRIAS INTEGRADAS

Son aquellas que apartir de la madera, bagazo de caña de azu - car, realizan las operaciones básicas de fabricación de pul - pa en cualquiera de sus variedades, pueden contar o no con - líneas de blanqueado de la celulosa producida y finalmente - elaborar papel en cualquiera de sus variantes de calidad y - características.

INDUSTRIAS NO INTEGRADAS.

Su actividad industrial está orientada a la fabricación de - un producto fundamentalmente; celulosa y papel en cualquiera de sus aceptaciones.

En cuanto al uso del agua, por parte de la industria de la - celulosa y papel, ésta puede emplearse en:

- 1.- Transporte de la fibra de un proceso a otro.
- 2.- Lavado y remoción de impurezas que se generan - al transformar la madera a fibra.
- 3.- Dilución de la fibra en la producción, median - te la trituración de papel de desperdicio.
- 4.- Alimentación de calderas.
- 5.- Enfriamiento.

El mayor uso del agua está dentro de los procesos de fabrica - ción, y la calidad requerida depende del tipo de industria - que se tenga y del producto por elaborar; los procesos pro--

ductivos de la celulosa y papel en los que se emplea el agua son:

- 1.- Preparación de la madera.
- 2.- Fabricación de la celulosa.
- 3.- Blanqueo de la celulosa.
- 4.- Secado y prensado de la celulosa.
- 5.- Molinos de celulosa y papel de desperdicio.
- 6.- Fabricación de papel.

Por lo antes expuesto y tomando en cuenta los usos del agua en calderas, sistemas de enfriamiento, procesos y usos generales, en las industrias descritas, el empleo del agua puede expresarse como sigue:

INDUSTRIA	CALDERAS	ENFRIAMIENTO	PROCESOS	GENERALES
ALFOMBRAS. (FABRICACION)	X		X	X
ACABADOS. (TEXTILES)	X		X	X
ESTAMPADOS. (TEXTILES)	X		X	X
PAPEL. (FABRICAS)	X	X	X	X
PLANTAS QUIMICAS.	X	X	X	X

Como se indicó, la calidad requerida depende del uso específico, dentro de las industrias del papel y productos químicos, se hace el mayor uso del agua en los sistemas de enfriamiento.

Por lo antes expuesto, y debido a la complejidad de la industria química, se propone como alternativa que la industria - papelera sea en la que se inicie el intercambio de agua residual tratada, de acuerdo a una serie de estudios en donde se determine en forma específica el grado y tipo de calidad requerida en los sistemas de enfriamiento dentro de las industrias relacionadas con los productos de papel dentro de la delegación Azcapotzalco, con la finalidad de hacer uso del efluente producido por el sistema de plantas de tratamiento de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, y llevar a cabo en la medida de lo posible la liberación de volúmenes de agua potable para consumo doméstico.

**aspecto legal
y política del productor**

5 ASPECTO LEGAL DE LAS AGUAS RESIDUALES Y POLITICA DEL PRODUCTOR DE AGUA RENOVADA.

En este capítulo se presenta primeramente parte del marco legal de las aguas residuales dentro de los Estados Unidos Mexicanos, para lo cual se procedió a transcribir algunos de los artículos contenidos en leyes y reglamentos en materia de aguas residuales.

En la segunda parte se pretende dar a conocer en la medida de lo posible un enfoque global de cuál es la política del productor de agua residual tratada: la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal. Este enfoque está basado en la recopilación de los datos presentados por la dependencia en conferencias, entrevistas, así como en medios de comunicación en los que se puede inferir parte de la política en relación con el tratamiento y reuso de las aguas residuales.

5.1 MARCO LEGAL DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Dentro del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se encuentra la primer reglamentación sobre la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas propiedad de la Nación.

LEY FEDERAL DE AGUAS

Por medio de esta ley se reglamentan las disposiciones en materia de aguas expuestas en la Constitución Política, a través del artículo 5º del capítulo segundo relativo al régimen legal de los bienes objeto de la ley, en el que se indica -- cuáles son las aguas propiedad de la Nación.

ARTICULO 5º SON AGUAS PROPIEDAD DE LA NACION:

- I. Las de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.
- II. Las aguas marinas interiores.
- III. Las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente o intermitentemente con el mar.
- IV. Las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes.
- V. Las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inician las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, -- hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional.
- VI. Las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquellas, en toda su extensión, o parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República.

- VII. Las de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas estén cruzados por línea divisoria de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos Entidades Federativas o a la República con un país vecino.
- VIII. Las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros propiedad nacional.
- IX. Las que se extraigan de las mismas.
- X. Las que correspondan a la Nación en virtud de tratados internacionales; y
- XI. Las aguas del subsuelo.

En materia de aguas residuales dentro de esta ley, en el artículo 8º, se declara que las aguas residuales provenientes del uso de las aguas a que se refiere el artículo 5º de la misma ley, son propiedad de la Nación.

Dentro del artículo 17 fracción XVII, se hace mención que de de be regularse, la explotación uso o aprovechamiento de las -- aguas residuales y las condiciones en que hayan de arrojarse en las redes colectoras, cuencas, cauces, vasos y demás dispositivos y corrientes de agua, así como su infiltración, -- procurando evitar en todo caso, la contaminación que ponga - en peligro la salud pública o degrade los sistemas ecológi--cos.

REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL

DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS

(PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DEL 29 DE MARZO DE 1973)

Este reglamento tiene como objeto el proveer, en la esfera - administrativa, a la observancia de la ley federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental en toda la República, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de las aguas cualquiera que sea su régimen legal. (Artículo 1º.)

ARTICULO 6º. La prevención y control de la contaminación de las aguas, para preservar y restaurar la calidad de los cuerpos receptores, deberá realizarse en los términos de este reglamento, mediante los siguientes procedimientos.

- I. Tratamiento de las aguas residuales para el control de sólidos sedimentables, grasas, aceites, materia flotante, temperatura y potencial hidrógeno.
- II. Determinación y cumplimiento de las condiciones particulares de las descargas de aguas residuales, mediante el tratamiento de éstas en su caso.

ARTICULO 7º. Las descargas de aguas residuales, con excepción de las provenientes de usos puramente domésticos, deberán registrarse en la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y

LA PROTECCION AL AMBIENTE

(PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DEL 28 DE ENERO DE 1988)

(ENTRO EN VIGOR EL 1º DE MARZO DE 1988)

Con esta ley se abroga la Ley Federal de Protección al Ambiente, del 30 de diciembre de 1981, que a su vez abrogó la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental del 29 de Marzo de 1973.

Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción. (Artículo 1º).

ART. 6º Compete a las Entidades Federativas y Municipios, en el ámbito de sus circunscripciones territoriales y conforme a la distribución de atribuciones que se establece en las leyes locales:

IX. La prevención y control de la contaminación de aguas federales que tengan asignadas o concesionadas para la prestación de servicios públicos y de las que descarguen en las redes de alcantarillado de los centros de población, sin perjuicio de las facultades de la federación, en materia de tratamiento, descarga, infiltración, y reuso de aguas residuales.

ARTICULO 9º.

En el Distrito Federal la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, ejercerá las atribuciones correspondientes y el Departamento de Distrito Federal ejercerá las que prevén para las autoridades locales, ajustándose a las siguientes disposiciones especiales:

A) CORRESPONDE A SEDUE:

- VI. Establecer las condiciones de descarga de las aguas residuales de los sistemas de drenaje del Distrito Federal a los cuerpos receptores.
- VII. Expedir coordinadamente con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud, las normas técnicas para regular el alejamiento, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas residuales.

B) CORRESPONDE AL D.D.F.:

- VI. Aplicar las normas técnicas que expidan SEDUE y la Secretaría de Salud, para regular las descargas de aguas al sistema de drenaje y alcantarillado del Distrito Federal.
- VII. Establecer y desarrollar la política de reuso de aguas en el Distrito Federal; en coordinación con la S.A.R.H.
- VIII. Implantar y operar sistemas de tratamiento de aguas residuales de conformidad con las normas técnicas ecológicas aplicables.

ARTICULO 92.

Con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el tratamiento de aguas residuales y su reuso.

ARTICULO 117.

Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes criterios:

- III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades.
- IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en cualquier tipo de medio receptor.

ARTICULO 118.

Los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua serán considerados en:

- I. El establecimiento de criterios sanitarios para el uso tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública.
- II. La formulación de las normas técnicas que deberá satisfacer el tratamiento del agua para el uso y consumo humano.

ARTICULO 119.

Para la prevención y control de la contaminación del agua --
corresponde a:

I. SEDUE:

- c) Expedir las normas técnicas ecológicas a las que se su-
jetará el almacenamiento de aguas residuales, con la -
intervención que en su caso competa a otras dependen--
cias.
- d) Dictaminar las solicitudes de permisos para infiltrar-
o descargar aguas residuales en terrenos o cuerpos dis-
tintos de los alcantarillados.
- g) Promover el reuso de aguas residuales tratadas en acti-
vidades agrícolas e industriales.
- h) Determinar los procesos de tratamiento de las aguas re-
siduales, considerando los criterios sanitarios que en
materia de salud pública emita la Secretaría de Salud.
- j) Promover la incorporación de sistemas de separación de
las aguas residuales de origen doméstico de aquellas -
de origen industrial.

II. A SEDUE EN COORDINACION CON LA S.A.R.H. Y DE SALUD.

- c) Expedir normas técnicas ecológicas que deberán obser--
varse para el tratamiento de aguas residuales de ori--
gen urbano que se destinen a la industria y agricultu-
ra.

ARTICULO 126.

Los equipos de tratamiento de las aguas residuales de origen urbano que diseñen, operen o administren los municipios, las autoridades estatales, o el Departamento de Distrito Federal deberán cumplir con las normas técnicas ecológicas que al -- efecto se emitan.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLOGICO
Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE
IMPACTO AMBIENTAL

(PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DEL 7 DE JUNIO DE 1988)

Este reglamento fué creado con la finalidad de establecer -- los mecanismos y procedimientos administrativos para asegur-- rar la debida observancia de las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente - Conforme a las cuales habrá de llevarse a cabo la evaluación del impacto ambiental.

ARTICULO 1º.

El presente ordenamiento es de observancia en todo el territorio nacional y las zonas en donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la materia de impacto ambiental.

5.2 DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL, POLITICAS DE REUSO.

El Departamento del Distrito Federal a través de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica; ha realizado obras de tratamiento para la renovación del agua residual, - el efluente producido por éstas, es resultado de los procesos: pretratamiento, tratamiento primario, secundario, éste último por medio del proceso biológico de lodos activados, - finalmente a éste gasto se le aplica una cloración con fines de desinfección.

Este efluente se ha empleado en los usos de riego y llenado de lagos principalmente y en una pequeña parte en la industria, cabe mencionar que debido a la diversidad de sectores dentro de esta actividad productiva, la calidad requerida -- por una industria no es la misma que por otra. Por lo que es necesario realizar en algunas ocasiones tratamientos adicionales con la finalidad de acondicionar el gasto para su empleo y obtener mejores resultados.

El suministro de agua renovada al sector industrial actualmente se hace a un pequeño grupo de empresas relacionadas con los ramos de fabricación de cartón, fabricación y creación de textiles y con la industria metal-mecánica principalmente; este suministro se hace por medio de la planta de tratamiento Cerro de la Estrella. Debido a que es un pequeño -- grupo de empresas al que se le suministra agua renovada, la experiencia que se tiene es poca, por ello, actualmente den-

tro de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, se están realizando los estudios y trabajos correspondientes con la finalidad de promover el reuso del agua residual dentro de la zona adyacente a la misma planta para la realización de éste último, la Dependencia está desarrollando los trabajos necesarios para aumentar la capacidad instalada, a la fecha ya se cuenta con la obra civil correspondiente, y las adquisiciones del equipo necesario se vienen realizando en forma programada, con estos trabajos la planta aumentará su capacidad instalada de 2000 lts/seg a 3000 lts/seg, el proceso de tratamiento será el mismo; biológico por medio de lodos activados.

Por otra parte el Departamento del Distrito Federal, al no perder de vista la situación y problemática de agua potable, desde los inicios de la presente década, comenzó a estudiar la posibilidad de la creación de una planta piloto de tratamiento avanzado, con el propósito de elevar las condiciones de distintos procesos físicos y químicos que permitan producir agua con la calidad requerida en un mayor número de usos. Actualmente esta planta se tiene a escala y a través de su operación se producen $0.5 \text{ m}^3/\text{seg}$. De acuerdo con los objetivos propuestos al inicio del proyecto, los resultados obtenidos a la fecha son favorables, logrando así producir agua renovada con mejores características de calidad para su empleo. En forma paralela, se han venido realizando los trabajos necesarios para su implantación, cabe mencionar que debido a -

las condiciones económicas nacionales dicha implantación se ha realizado lentamente.

En relación con tratamiento adicional que se tiene que realizar para acondicionar un agua renovada para un mejor empleo se cree conveniente que cada industria o grupo de éstas, deberían formar parte del problema, tomar la iniciativa y realizar las acciones necesarias en la medida que las condiciones lo permitan, para la formación de su propio equipo de tratamiento y mejorar así la calidad del efluente que está en posibilidades de suministrar la dependencia correspondiente. Con esto último, cabe la posibilidad de obtener mejores resultados en los procesos productivos, y en la medida que se logre, no sea el Departamento del Distrito Federal, el que tenga que realizar dichos trabajos, puesto que también se tienen que administrar y asignar recursos a otras necesidades y al cumplimiento de programas establecidos.

Al respecto de los programas establecidos en materia de tratamiento y reuso por la dependencia en cuestión, en el año de 1980 entre los objetivos que se plantearon están:

Hacer de las aguas renovadas una fuente complementaria para suministrar agua a la población, para aquellos usos en donde no se requiera una calidad físico-química-biológica similar a la potable, y en un período mayor, para uso doméstico y en la recarga de acuíferos.

A la fecha; se puede considerar que este objetivo aún esta -
vigente, debido a que en estos últimos ocho años el problema
de agua potable ha venido acrecentándose. Y en base a lo ex
puesto inicialmente, actualmente parte de éste se ha cumpli-
do, aunque falta que se incremente el reuso en actividades -
diferentes al riego y llenado de lagos; siempre y cuando las
condiciones y características de calidad requerida como ofer
tada lo permitan.

Para llevar a cabo el cumplimiento del objetivo propuesto, -
en el mismo año se plantearon una serie de políticas; siendo
estas:

- * Rehabilitación y mantenimiento preventivo de los siste
mas de tratamiento existentes.
- * Aprovechamiento de la capacidad instalada de las plan
tas de tratamiento.
- * Sustitución paulatina, en usos no domésticos, de agua-
potable por renovada.
- * Suministro a largo plazo, de agua renovada a la pobla
ción.

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo no. 3, y de las polí
ticas señaladas anteriormente, puede decirse que éstas se --
han cumplido en gran medida, para el caso de la segunda falta
realizar los trabajos necesarios para aumentar el aprovecha
miento de la capacidad instalada del sistema de tratamiento y-
reuso. Debido a que como se mencionó en el mismo capítulo, -

este sistema actualmente trabaja al 65.86 % de la capacidad instalada. En relación a las dos últimas, también de acuerdo a lo expuesto en el capítulo no. 3 y a lo aquí presentado, - aún están vigentes dichas políticas y se están atacando con las acciones correspondientes para su cumplimiento.

De acuerdo al objetivo propuesto y a las políticas a seguir, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, en el año de 1980 se planteó una serie de metas a cumplir -- dentro de los próximos 20 años, es decir al año 2000. Al --- igual que el objetivo, las políticas; algunas de las metas - planteadas se han cumplido, mientras que otras se encuentran en proceso, y por lo tanto pueden considerarse que aún son - vigentes.

METAS

(1980 - 1984)

- * Terminar la rehabilitación de las plantas de tratamiento existentes.
- * Desarrollar la infraestructura necesaria para la distribución del efluente producido.
- * La optimización del funcionamiento mediante la capacitación del personal.
- * Continuar con el desarrollo de los estudios básicos.
- * Construir y equipar la planta piloto de tratamiento -- avanzado.
- * Construir y operar un sistema de demostración para la infiltración y recarga de acuíferos.

(1985 - 1990)

- * Incidir en la demanda de agua para uso industrial, comercios, servicios públicos, mediante la oferta de agua renovada.
- * Investigar si el proceso de tratamiento avanzado de la planta piloto podría producir agua con calidad para uso doméstico con fines de bebida.
- * Desarrollar tecnologías para tratamiento avanzado de aguas residuales, monitoreo y análisis de éstas.
- * Estructurar el sistema de tratamiento y reuso a fin de alcanzar una autosuficiencia económica.

(1991 - 2000)

- * Contar con el equipo e instrumental necesarios para el control. En tiempo real, de la calidad del agua producida y de los sistemas de tratamiento.
- * Contar con el personal calificado para la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento y servicios auxiliares.
- * Desarrollo de tecnologías y procesos para lograr la recirculación de aguas residuales.
- * Realizar los estudios de mercadotecnia y análisis económicos que lleven a garantizar la rentabilidad y competencia del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Por otra parte, aunado a esta serie de políticas y metas en la actualidad se tiene en estudio un conjunto de medidas para ejercer a partir del año de 1989, con el fin de contribuir al problema de abastecimiento de agua al Distrito Federal, incrementando el uso del agua residual tratada.

Para ello, está en estudio la posibilidad de llevar a cabo la concesión a la iniciativa privada (en un principio a los industriales de Vallejo) de la operación, mantenimiento y distribución del agua residual tratada destinada a fines productivos, en beneficio de sus agremiados.

Así mismo, en el caso de las industrias contaminantes se requerirá que apliquen programas para el tratamiento de sus aguas residuales, paguen costos por tratamiento de ellas o multas por los impactos adversos sobre la sociedad y su entorno. Con ello en un futuro se logrará un agua residual con mejores características para su tratamiento y por lo tanto en la medida que las condiciones lo permitan se aumentará el número de usos del agua renovada, siempre y cuando las condiciones de calidad requerida como de la ofertada, sean factibles para la realización del intercambio correspondiente.

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

El abastecimiento de agua al Distrito Federal, desde al año de 1982, se hace en parte por la explotación de los mantos-acuíferos propios de la Cuenca del Valle de México, en otra por, la transferencia del gasto de fuentes lejanas como -- son las aguas de la Cuenca del Río Cutzamala, con éstas últimas, los costos de obtención son elevados y crecientes.

El consumo de agua potable en el año de 1984 por la pobla-- ción del Distrito Federal para los sectores que la confor-- man, se realizó como sigue:

<u>SECTOR</u>	<u>%</u>
DOMESTICO	72
COMERCIOS Y SERVICIOS	15
INDUSTRIAL	13
	<hr/>
	100

De estos valores, el sector industrial fué el de menor consumo, lo cual hace pensar y suponer en forma inicial que -- dentro de éste sector sea atractivo y recomendable realizar la promoción y suministro de agua renovada, debido a que ac tualmente no se cuenta con la capacidad suficiente en cuanto a calidad se refiere, para realizar el intercambio de -- agua renovada por potable en el sector doméstico.

Dentro del sector industrial, las actividades o giros de mayor consumo fueron: bebidas y alimentos con un alto porcentaje, le siguieron las industrias clasificadas como no específicas, después de estas dos, continuaron en valor porcentual; las industrias textil, química y papeleras, los porcentajes correspondientes del consumo total se presentan a continuación:

<u>INDUSTRIA</u>	<u>%</u>
BEBIDAS Y ALIMENTOS	33.8
NO ESPECIFICADAS	21.5
TEXTIL	12.4
QUIMICA	9.2
PAPELERA	7.0

De las últimas tres industrias indicadas anteriormente (-- textil, química, papeleras) se propone primeramente que se an éstas en las que se desarrollen los estudios necesarios- para conocer la calidad requerida, de tal forma de lograr - el intercambio correspondiente de agua renovada por potable.

Por otra parte las delegaciones que realizaron el mayor consumo de agua potable fueron; Azcapotzalco y Miguel Hidalgo, con un porcentaje del consumo total de 24.24 % y 26.05 % -- respectivamente. De éstas dos delegaciones de acuerdo a los estudios correspondientes en cuanto a concentración indus--

trial, tocó a la misma delegación Azcapotzalco el mayor porcentaje.

Analizando en forma conjunta, los valores de concentración industrial y los consumos de los giros previamente identificados, dentro de la delegación Azcapotzalco sobresalieron - las industrias textil y papelera por presentar los valores máximos en los aspectos indicados. De acuerdo a ésto último y tomando en cuenta el uso del agua dentro de la industria, así como las condiciones de calidad requerida en los sistemas de enfriamiento (calidad menos específica a comparación con el uso en calderas) se propone hacer uso del agua renovada dentro de la industria papelera en sistemas de enfriamiento.

Por todo lo anterior, para comenzar a liberar volúmenes de agua potable para fines de consumo doméstico, cumplir con los objetivos propuestos por la dependencia correspondiente, incrementar el uso de la tecnología existente y sobre todo - obtener una mayor experiencia con el reuso industrial, se propone hacer uso del efluente producido por las plantas de tratamiento que opera el Departamento del Distrito Federal, en la industria "PAPELERA" dentro de la delegación "AZCAPOTZALCO", siempre y cuando se investigue con precisión a cada industria, se efectúen estudios más detallados en cuanto a calidad requerida en los procesos industriales realizados - en la zona correspondiente.

Tomando en cuenta este conjunto de aspectos, las posibilidades de reuso industrial aumentarán, aunque cabe mencionar que las condiciones que determinarán el probable intercambio, se basarán en las características de calidad ofertada como requerida. Debido a que deben satisfacer las necesidades que se presenten. Siempre y cuando esta condición se cumpla, la premisa de hacer de las aguas renovadas una fuente complementaria para suministrar agua a la población - se convertirá en una realidad.

En relación con el sistema de plantas de tratamiento del Departamento de Distrito Federal, su capacidad instalada es del 65.86 %, el efluente producido es resultado de un proceso de tratamiento secundario de lodos activados; con el propósito de hacer uso en parte o del resto de la capacidad instalada (34.14 %) se propone que se realicen los trabajos necesarios, se asignen recursos humanos y financieros para que parte del gasto de la planta "Acueducto de Guadalupe" o "San Juan de Aragón" se asigne y se emplee en el reuso industrial, de la misma forma se cree conveniente que sea el efluente de la primer planta el indicado para ello, debido a que parte del gasto de la planta San Juan de Aragón es empleado en el bosque del mismo nombre.

En forma paralela a la proposición producto de este trabajo, se considera de igual forma importante realizar por parte del mismo Departamento del Distrito Federal a través

de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica campañas de concientización en las que se señalen los usos y ventajas del empleo del agua residual tratada; estas campañas deben ser orientadas a todas las actividades productivas, así como a todos los sectores de la sociedad con el propósito de hacer conciencia en la comunidad, debido a que en un futuro no lejano va a ser prioritario el uso de agua renovada, incluyendo en éste el consumo doméstico. Así también no debe perder de vista la misma dependencia, el -- realizar en la medida que las condiciones económicas y sociales lo permitan, una serie de estudios encaminados al -- análisis cualitativo y cuantitativo de las posibles demandas futuras de aguas renovadas, tomando en cuenta las condi ciones de calidad y cantidad del efluente producido y requ rido.

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

Abastecimiento de Agua y Alcantarillado
Ernest W. Steel - Terence J. McGhee
Gustavo Gili, S. A.
1981

Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales
Vol. 1 Abastecimiento de Agua y Remoción de
Aguas Residuales
Vol. 2 Purificación de Aguas, Tratamiento y Re-
moción de Aguas Residuales
Gordon Maskew Fair - John Charles y Geyer
Limusa 1976

Tratamiento de Agua para la Industria y Otros
Usos
Eskel Nordel
Cecsa 1963

Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras
Harold E. Babbitt - Robert Baumann
Cecsa 1983

Legislación sobre la Contaminación Ambiental.
Editorial Andrade, S.A.
México, 1988.

Acondicionamiento de Aguas para la Industria
Sheppard T. Powell
Limusa 1974

Control de Calidad y Tratamiento del Agua
The American Water Works Association
McGraw-Hill 1985

Ley Federal de Aguas
Secretaría de Recursos Hidráulicos
México 1984