



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

*24/11*

**FACTULTAD DE INGENIERIA**

**AMPLIACION Y REHABILITACION  
DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD  
DE TEQUISQUIAPAN, QRO.**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA  
GERARDO LOPEZ GORBEA**



## **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

I.	ANTECEDENTES .....	1
II.	DESCRIPCION GENERAL .....	9
II.1.	Causas que Generan la Necesidad de Servicios...	10
II.1.1.	Contaminación del Cuerpo Receptor .....	11
II.1.2.	Desarrollo Integral de la Zona .....	12
II.1.3.	Generalidades .....	13
II.2.	Estudio Socioeconómico de Tequisquiapan .....	14
II.2.1.	Características Políticas .....	14
II.2.2.	Localización .....	14
II.2.3.	Aspectos Físicos .....	15
II.2.4.	Aspectos Demográficos .....	18
II.2.5.	Infraestructura .....	23
II.2.6.	Estructura Económica .....	24
II.2.7.	Bienestar Social .....	28
II.2.8.	Servicios de Salud y Médicos Asistenciales ....	32
II.2.9.	Incidencia de Enfermedades y Vida Promedio ....	33
II.2.10.	Servicios de Limpia, Vigilancia y Transportes Urbanos .....	35
II.2.11.	Servicios Bancarios, Turísticos, Mercados y Zonas Comerciales, Oficinas Gubernamentales y Municipales .....	35
III.	DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS ACTUALES .....	37
III.1.	Fuentes de Abastecimiento y Captaciones de Agua Potable .....	37
III.2.	Conducciones y Distribución de Agua Potable ...	38
III.3.	Sistema de Alcantarillado, Emisores, Interceptores y Disposición del Agua Residual .....	46
III.4.	Colectores, Subcolectores y Red de Atarjeas ....	47
IV.	EVALUACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS .....	49
IV.1.	Estudios Básicos .....	49
IV.2.	Sistema de Abastecimiento de Agua Potable a la Localidad .....	51
IV.3.	Sistema de Alcantarillado y Eliminación de las Aguas Residuales .....	54
V.	PROYECTO .....	59

V.1.	Estudio de la Fuente de Abastecimiento y Captación .....	59
V.2.	Captaciones, Conducción y Distribución del Agua Potable .....	61
V.3.	Sistema de Alcantarillado, Emisores, Interceptores, y Disposición de Agua Residual ...	72
VI.	EVALUACION FINANCIERA	93
VI.1.	Financiamiento e Implementación del Proyecto	93
VI.2.	Análisis Financiero, Resultados Financieros Pasados, Ingresos, Plan Financiero y Finanzas Futuras .....	97
	Tabla del plan financiero .....	104
VI.3	Análisis Económico y Social .....	105
VI.3.1.	Beneficios del proyecto .....	105
VI.3.2.	Solución de mínimo costo .....	107
VI.3.3.	Tasa de retorno .....	108
VI.3.4.	Consideraciones tarifarias .....	110
VI.3.5.	Análisis de sensibilidad y riesgo .....	111
VI.4.	Recomendaciones .....	112
	Anexo de capítulo VI .....	114
	Conclusion General .....	125

CAPITULO I

## I. ANTECEDENTES

Desde tiempos antiguos el agua ha sido factor determinante en la distribución de la población en el mundo. Debido al crecimiento el hombre se ha tenido que alejar más y más de las fuentes naturales y abastecerse por medio de costosas obras y largos transportes. Además, usos industriales, abonos, insecticidas y sustancias solubles hacen presencia en el agua de retorno por lo que uno de los graves problemas acentuados con el tiempo, es la disminución del valor del agua potencial utilizable per capita o disponibilidad relativa.

La cantidad disponible de agua es igual desde hace miles de años, lo que ahora la hace escasa es un acelerado aumento de la población y mayor aumento del consumo por persona. La cantidad de escurrimiento virgen del agua superficial es del orden de 374,000 millones de metros cúbicos.

En la Tabla 1 se muestra la disponibilidad de aguas superficiales en función de las obras construídas para aprovechamiento múltiple. Tomando en cuenta las tendencias de crecimiento de los consumos en usos domésticos, agrícolas, industriales, ge

neración eléctrica y la construcción de obras posibles de llevar a cabo para lograr satisfacer los consumos, se han hecho - extrapolaciones que figuran como valores para el año 1980.

T A B L A 1

DISPONIBILIDAD Y USO DEL AGUA EN MEXICO POR HABITANTE

AÑO	COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3	COLUMNA 4	COLUMNA 5
	MILLONES DE HAB. (DATO)	AGUA USADA EN MILL. M <sup>3</sup> (DATO)	DISPONIBILIDAD (DATO)	M <sup>3</sup> /HAB/AÑO COL. 2 ÷ COL. 1	% COL. 4 ÷ COL. 3 x 100
1960	34.74	33,302	10,363	959	9.3
1980	64.42	84,777	5,588	1,316	23.5

Como el uso del agua era reducido, pese al incremento en población y disminución de la disponibilidad relativa, dicho uso paso de 9.3 a 23.5%. La Tabla 2 muestra como todos los usos crecen.

T A B L A 2

DISTRIBUCION DE LOS USOS DEL AGUA EN MEXICO  
EN MILLONES DE METROS CUBICOS

AÑO	INDUSTRIAL	%	MUNICIPAL	%	REGADIO	%	TOTAL	%
1960	2,480	7.4	822	2.5	30,000	90.1	33,302	100.00
1980	16,944	20.0	2,033	2.4	65,800	77.6	84,777	100.00

Como puede observarse el uso industrial crece en valor absoluto y en porcentaje; el uso municipal se estanca en su valor relativo; el uso agrícola en regadío aunque aumenta en valor absoluto desciende en su cifra relativa.

La tabla 3 permite comparar la situación de México con la de los Estados Unidos de Norteamérica.

T A B L A 3  
COMPARACION DE LAS DISPONIBILIDADES Y DE  
LOS USOS DE AGUA EN 1960.  
(MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA)

C O N C E P T O	MEXICO	E.E.U.U.
Area (millones de km <sup>2</sup> )	2.0	7.8
Población (millones de habitantes)	34.7	178.4
Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> )	17.7	22.8
Precipitación media (mm)	717	750
Disponibilidad total de agua (millones de m <sup>3</sup> )	360,000 *	1800,000
Distribución del agua (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )	183,309	230,431
Volúmen de agua usado (millones de m <sup>3</sup> )	33,302	446,285
Porcentaje del volúmen total (%)	9.3	24.8
Volúmen de agua disponible por habitante (m <sup>3</sup> /año)	10,363	10,089
Volúmen de agua usado por habitante (m <sup>3</sup> /año)	959	2501
Porcentaje de volúmen disponible (%)	9.3	24.5
En usos industriales (%)	7.4	49.0
En usos municipales (%)	2.5	7.0
En usos para irrigación (%)	90.1	44.0

\* Según la cita bibliográfica 4. son 357,535 millones de m<sup>3</sup> lo cual concuerda con los datos obtenidos.

# YES!S CON FALLAS DE ORIGEN

Con los datos anteriores se puede notar que en la actualidad se tiene ya una densidad media de población que tiende acercarse a la de los E.E.U.U.; los recursos hidráulicos superficiales por km<sup>2</sup> son del 80% de los que tienen los Estados Unidos; en México el uso del recurso es apenas de 7.5% del que se hace allá. La distribución por uso es completamente diferente, mostrando la diversa estructura económica de los dos países. Todas estas consideraciones se refieren exclusivamente a las aguas superficiales.

Es importante llamar la atención sobre la existencia de acuíferos subterráneos que según estimación del Ing. Alfonso de la O ascienden a 254,980 millones de metros cúbicos; sin embargo, no es posible utilizar un alto porcentaje de estos, porque algunos depósitos se encuentran a grandes profundidades, y en otros, casi coinciden con recursos hidráulicos superficiales, cuyo aprovechamiento es más económico.

En 1958 se hizo una investigación por la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos y se halló que el volumen potencial de agua subterránea para fines de regadío era de 27,800 millones de metros cúbicos. En ese mismo año se estaban extrayendo 7200 millones de metros cúbicos.

En un estudio formulado en la década de los 50's por los ingenieros Heins Lesser Jones, Luis de la Peña Porth y Lorenzo Torres Izábal, se estimó que los aprovechamientos para usos domésticos e industriales habían alcanzado una extracción de 1000 millones de metros cúbicos anuales; para 1964 había aumentado a

Con los datos anteriores se puede notar que en la actualidad setiene ya una densidad media de poblaci3n que tiende acercarse a la de los E.E.U.U.; los recursos hidr3ulicos superficiales por km<sup>2</sup> son del 80% de los que tienen los Estados Unidos; en M3xico el uso del recurso es apenas de 7.5% del que se hace all3. La distribuci3n por uso es completamente diferente, mostrando la diversa estructura econ3mica de los dos pa3ses. Todas estas consideraciones se refieren exclusivamente a las aguas superficiales.

Es importante llamar la atenci3n sobre la existencia de acu3feros subterr3neos que seg3n estimaci3n del Ing. Alfonso de la O ascienden a 254,980 millones de metros c3bicos; sin embargo, no es posible utilizar un alto porcentaje de estos, porque algunos dep3sitos se encuentran a grandes profundidades, y en otros, casi coinciden con recursos hidr3ulicos superficiales, cuyo aprovechamiento es m3s econ3mico.

En 1958 se hizo una investigaci3n por la entonces Secretar3a de Recursos Hidr3ulicos y se hall3 que el vol3men potencial de agua subterr3nea para fines de regad3o era de 27,800 millones de metros c3bicos. En ese mismo a3o se estaban extrayendo 7200 millones de metros c3bicos.

En un estudio formulado en la decada de los 50's por los ingenieros Heins Lesser Jones, Luis de la Pe3a Porth y Lorenzo Torres Iz3bal, se estim3 que los aprovechamientos para usos dom3sticos e industriales hab3an alcanzado una extracci3n de 1000 millones de metros c3bicos anuales; para 1964 hab3a aumentado a

1500 millones de metros cúbicos según Jorge L. Tamayo. De 1964 a 1970 no creció sustancialmente el aprovechamiento del agua para riego y los nuevos pozos perforados seguramente compensaron los abandonados en el mismo período.

En resumen se puede considerar que para 1965 el uso de agua subterránea era como sigue:

Para riego	7200 millones de m <sup>3</sup>
Usos domésticos e industriales	1500 millones de m <sup>3</sup>
Total	8700 millones de m <sup>3</sup>
Porcentaje de aprovechamiento	31 %

La Tabla 4 muestra un resumen de los posibles aprovechamientos de recursos superficiales y subterráneos para fines de riego en la década de los sesentas.

T A B L A 4

---

Áreas áridas y semiáridas	
Riego completo con aguas superficiales	4'997,900 Has
Medio riego con aguas superficiales	1'000,000 Has
Riego completo con aguas subterráneas	3'090,000 Has
Áreas tropicales húmedas	
Riego de auxilio con aguas superficiales	3'000,000 Has
Potencial total de riego	12'087,900 Has

---

Precisamente en función de la creciente demanda del uso del agua y la imposibilidad de que los recursos hidráulicos au-

menten y muy especialmente, para disponer de aguas en zonas en que las fuentes son lejanas y la demanda es cada vez creciente, se ha tenido que pensar en una nueva solución: el empleo del agua salada, tratada para convertirla en dulce en las zonas costeras y el agua residual tratada para ciertos usos en todas partes.

De primera intención las perspectivas del uso del agua salada son inmensas ya que dos terceras partes del globo terrestre son cubiertas por mar. Desde el punto de vista teórico la conversión es sencilla lográndose por varios procedimientos de vía experimental:

- 1.- Evaporando el agua por tratar y condensando los vapores
- 2.- Por electrólisis. Al paso de una corriente eléctrica se hace que las sales se depositen en los electrodos.
- 3.- Por ósmosis
- 4.- Por ósmosis inversa
- 5.- Congelación
- 6.- Ultracentrifugación

Lamentablemente hasta el presente, al pretender realizar esto en grandes volúmenes y con fines de aplicación práctica, las dificultades crecen y la solución es antieconómica. Algunas breves referencias de plantas desaladoras como la unidad de Punta Peñasco son muy interesantes y ofrecen cierto optimismo para lograr producir agua potable a menor costo. Esta planta es accionada exclusivamente por insolación. En promedio produce 12,000 litros de agua por día y en verano se elevará a

32,000 litros diarios. Se estima que plantas del tipo Punta Peñasco, pero de mayor capacidad, producirán agua potable a un costo de 1.56 a 3.13 pesos por metro cúbico (Pesos de 1965)

Es indudable que todavía se está en etapa experimental, pero hay que ver con optimismo el logro de minimizar los costos de producción de agua potable. Sin embargo, para un futuro inmediato solo será posible usar esta agua, por su precio, para fines municipales o industriales, pero no para regadío.

La preocupación es intensificar y racionalizar más el aprovechamiento del agua en México, para beneficio del pueblo y de la economía.

En los siguientes capítulos se mostrará un ejemplo típico de la necesidad que tienen muchas localidades de nuestro país - no solo de abastecer la creciente demanda de agua potable y de como evitar problemas de contaminación en general, sino también de analizar la posibilidad de utilizar provechosamente las mismas aguas negras producto del consumo humano previo tratamiento tomando en cuenta las necesidades de agua de la localidad en estudio así como sus limitaciones de tipo político, social, económico y otras.

Para este propósito se ha seleccionado la localidad de Tequisquiapan en el Estado de Querétaro, debido a que en esta localidad se pueden visualizar los problemas anteriormente descritos de una manera sencilla pero que sirven para ejemplificar -

condiciones muy semejantes que existen en el resto del país. - Se tratará pues de resolver en primera instancia el problema de la fuente de abastecimiento, analizándose las alternativas cuando existan. Otro problema importante es el de prevenir la contaminación a toda costa del cuerpo receptor que atraviesa la localidad. Finalmente se demostrará si la localidad es capaz de solventar una solución que aunque económica no deja de representar una fuerte inversión por parte del gobierno local, estatal y otros organismos responsables.

Para evitar caer en el agobio de los detalles innumerables que cualquier proyecto de este tipo obviamente necesita, se dará una explicación general de los mecanismos menos importantes haciendo hincapié y describiendo, a veces comentando, aquellos que por su importancia merecen más atención.

Se comenzará dando una breve descripción de la ciudad de Tequisquiapan para familiarizarse primero con la zona en estudio.

## CAPITULO II

## II. DESCRIPCION GENERAL.

La ciudad de Tequisquiapan en el estado de Querétaro, se encuentra localizada aproximadamente a 180 km. al Noroeste de la Ciudad de México entre las coordenadas  $99^{\circ} 52' 25''$  W y  $20^{\circ} 35' 38''$  N. A partir de 1970 la ciudad ha experimentado un crecimiento acelerado, lo que obligó a la formulación del último proyecto para ampliar los sistemas de agua potable y alcantarillado que se elaboró en 1973 y el cual no se construyó sino solo en una mínima parte. Ultimamente se han instalado ampliaciones de la red de agua y de alcantarillado pero sin una planeación adecuada, lo que ha traído como consecuencia un deficiente funcionamiento de la red ya que existen zonas en que las líneas de distribución de agua tienen diámetros de 38mm.

La red de alcantarillado es de tipo separado, en la que la sanitaria sólo abarca actualmente alrededor del 55% de la población; esta red tiene cuatro descargas de aguas residuales al Río San Juan que atraviesa la población y que proviene de La Presa "El Centenario", la presa drena mediante válvulas de compuerta que tiene instaladas la Comisión Federal de Electricidad, aportando un caudal de aproximadamente 20 l.p.s.

Por otro lado las doce descargas de los baños de aguas termales que existen en la ciudad, aunque no contribuyen a la contaminación del cuerpo receptor por ser aguas relativamente limpias como se demuestra en los resultados de los análisis físico-químicos efectuados, si son dignos mencionarse ya que aumentan gradualmente el caudal de escurrimientos del Río San Juan, lo que incre

menta en forma proporcional el factor de dilución de la corriente al recibir las cuatro descargas mencionadas; factor éste de capital importancia al hacer consideraciones sobre el tratamiento futuro de las aguas de desecho y su mejor utilización en la zona vecina.

### 2.1. CAUSAS QUE GENERAN LA NECESIDAD DE SERVICIOS.

La red de agua potable como se encuentra actualmente es inadecuada para la población de Tequisquiapan. Varias líneas tienen diámetros de 50mm. y 38 mm. y hay zonas que se abastecen con pequeños pozos profundos que no se encuentran incorporados al sistema. Así mismo existen otras que no cuentan con servicios adecuados de agua potable pero que disponen de hidrantes públicos. La presión del agua en la zona centro es suficiente para dar servicios al promedio de la altura de edificaciones, que es de seis metros. Con los dos pozos profundos actuales en la zona Oriente (17 l.p.s. y 22 l.p.s.) alcanza escasamente para abastecer el 70% de la población total (9350 hab.) incluyendo a la población flotante de fines de semana que es de 2,500 habitantes, considerando una dotación específica de 200 l/h/d. El pico de la demanda, con los dos tanques de almacenamiento disponibles que tienen un volúmen de 600 m<sup>3</sup>, se abastece durante cinco horas, trabajando ambos pozos.

Dado el crecimiento acelerado de la población que se ha registrado en los últimos seis años, se hace necesario rehabilitar y ampliar el sistema de agua potable para las condiciones actuales y para los próximos años que comprenden la segunda etapa hasta 1988 y de ahí posteriormente ejecutar la tercera etapa para en 1995 contar con un sistema adecuado.

El sistema de alcantarillado sanitario actual sólo sirve - aproximadamente a un 55% de la población presente, tomando como base los caudales medidos en las cuatro descargas al río San Juan. Este sistema deberá actualizarse para servir a la población presente y posteriormente la segunda fase (1988) en un 100% y finalmente en 1995 ejecutar la tercera fase para servir a la población correspondiente.

#### 2.1.1. CONTAMINACION DEL CUERPO RECEPTOR.

También hay otras doce descargas al río San Juan que provienen de otros tantos drenes de albercas que utilizan aguas termales de manantiales, que abundan en la ciudad. Estas descargas propiamente son aguas jabonosas o grises casi limpias, con muy baja carga orgánica (15 a 20 ppm  $\text{DBO}_5$ ), pero que en total aportan un caudal al río San Juan del orden de 1900 l.p.s. Esto hace que el factor de dilución del río aumente considerablemente y que el efecto de las descargas de aguas negras no se refleje en una contaminación de la corriente receptora. Es en esta forma que la DBO en la corriente es del orden de 30 ppm actualmente, por lo que aparentemente no se requiere de un tratamiento de los desechos líquidos. Sin embargo es conveniente preservar la calidad de la corriente de agua, ya que evidentemente todos los sólidos sedimentables del drenaje sanitario se acumularán en el fondo del cauce, con la consecuente disminución gradual del oxígeno disuelto de las aguas transportadas y por otro lado cabe pensar que el efluente de un tratamiento adecuado puede emplearse preferentemente, previa desinfección, en nuevos -

campos de cultivo cercanos a la población, no siendo necesario - ya entonces utilizar las aguas de manantiales para este fin, ó - al menos, disminuir su empleo para el mismo y disponerlas a - otros usos prioritarios que requieran de su calidad.

### 2.1.2. DESARROLLO INTEGRAL DE LA ZONA.

De las veintiún localidades que integraban el municipio de Tequisquiapan en el año de 1970, se han incorporado a la cabecera tres localidades durante este decenio, se explica en esta forma el aumento de población que ha tenido Tequisquiapan de 5,170 habitantes en 1960 a cerca de 13,500 en 1979.

De los 13,500 habitantes actuales, se puede considerar que alrededor de 5,500 habitantes de la tres localidades incorporadas, San Juan, La Magdalena y López Mateos más una pequeña parte de Tequisquiapan (1,000 hab.) habitan en construcciones de adobe y techo de madera o lámina, haciendo un total de 6,500 habitantes que cuentan con deficiencias habitacionales y con un servicio de agua potable apenas adecuado a su nivel de vida, pero sin servicio de alcantarillado sanitario.

Se puede considerar que la única industria (aparte del turismo) en Tequisquiapan es la del tejido de vara, principalmente con el fin de atraer al turismo. No se visualiza para el futuro ningún crecimiento industrial, pues se ha establecido en San Juan del Río el centro industrial de la zona.

La presencia de innumerables manantiales de aguas termales en Tequisquiapan ha propiciado una afluencia de visitantes durante los fines de semana y vacaciones; de aquí se ha iniciado la construcción de hoteles con capacidad de 500 cuartos o cerca de mil huéspedes. En igual forma casas particulares rentan cuartos por esta demanda de habitaciones. Todo esto requiere un creciente abastecimiento de agua potable y del servicio correspondiente de alcantarillado, así como la rehabilitación de los sistemas existentes, que sumado al control de la contaminación causada por los desechos líquidos, forman el objetivo principal de esta tesis.

### 2.1.3. GENERALIDADES.

En 1973 la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos elaboró un proyecto para la ampliación de la red de agua potable en Tequisquiapan. No se hizo estudio alguno sobre el alcantarillado; el sistema actual ha sido construido por el gobierno municipal sin que existan registros o planos al respecto.

Del proyecto de agua solo se construyó una mínima parte según se ha podido comprobar por los levantamientos de los sistemas existentes, efectuados en abril de 1979.

A la fecha no se ha efectuado estudio alguno sobre contaminación de Río San Juan, haciendo énfasis que es necesaria la intervención de la Dirección de Ecología Urbana para remediar el grave problema que al presente existe en las márgenes de este

río ya que se usa como tiradero de desechos sólidos en la ciudad. Esto en conjunto con el estudio de la disposición de los desechos líquidos de la localidad que a continuación se presentará, resolverá integralmente el problema de contaminación ambiental en Tequisquiapan.

## 2.2. ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE TEQUISQUIAPAN.

El objetivo principal de este inciso es el de establecer las bases necesarias para el desarrollo del proyecto, basándose en los trabajos del inciso anterior, complementados con un análisis de los sectores productivos, de las características generales de la población así como de los ingresos de sus habitantes, lo que permitirá conocer la situación económica prevalente de la localidad.

### 2.2.1. CARACTERÍSTICAS POLITICAS.

Tequisquiapan adquiere el carácter de Municipio el 30 de junio de 1939; actualmente atravesando su 15° período de gobierno, su organización consiste en: Presidente Municipal, un Secretario, dos Regidores y un Juez; cuenta con tres oficinas que son: Registro Civil, Tesorería y Obras Públicas.

### 2.2.2. LOCALIZACION

El municipio de Tequisquiapan está situado en una extensión que ocupa  $343.6 \text{ km}^2$ , lo que representa el 2.92% del área.

territorial del estado de Querétaro. El Municipio de Tequisquiapan limita al Norte con los de Colón y Ezequiel Montes, al Sur con el de San Juan del Río, al Este con el estado de Hidalgo y al Oeste con los Municipios de Colón y Pedro Escobedo.

### 2.2.3. ASPECTOS FISICOS.

El Valle de Tequisquiapan se encuentra a una altura de 1,817 metros sobre el nivel del mar, dentro de la altiplanicie mexicana en las estribaciones de la Sierra Gorda; al Noroeste limita con las estribaciones australes del Pinal de Zamorano, llamado en esta parte Sierra de la Llave, que forma también el Cerro de la Trinidad y El Boludo, que a su vez sirve de enlace con la cordillera que se encuentra al Oriente, formando lomas de poca elevación que los separa del Valle de Cadereyta.

El Valle de Tequisquiapan, único en su género en esta región, es el que forma el Río San Juan que nace en el municipio del mismo nombre cerca de los ranchos Jazmin y Buenavista, en los que se forma de pequeños arroyos; recibe la mayor parte de las aportaciones a su cauce de los abundantes manantiales del mismo valle. De este municipio se une al Río Tula o Moctezuma, tomando más adelante el nombre de Río Pánuco que desemboca en el Golfo de México, junto al Puerto de Tampico en el Estado de Tamaulipas.

El río mencionado tiene aguas arriba de la población cabecera municipal y forma una presa denominada "El Centenario", cu

ye fin es de almacenamiento, con capacidad inicial de doce a trece millones de metros cúbicos la cual se llena totalmente en los meses de marzo y abril. Las aguas de esta presa son aprovechadas para el riego en el estado de Hidalgo.

Existe otra presa, "Paso de Tablas", también de almacenamiento con capacidad de 1.5 millones de metros cúbicos; aguas abajo de la presa anterior y de la localidad.

El clima es templado con dos épocas bien definidas en el año; la de lluvias de junio a octubre y la seca de noviembre a mayo.

Las temperaturas anuales extremas son; la máxima de 36 grados celcius y la mínima de 1.8° C.

Los días lluviosos del año suelen ser entre 73 y 78, con una precipitación que oscila entre 587.1 y 588.5 milímetros.

El verano es cálido en general y el invierno es más frío en diciembre y enero siendo estas las estaciones donde se presentan las temperaturas extremas.

Otro aspecto que habrá de considerarse en el presente proyecto para ubicar la disponibilidad de agua del municipio, es aquella parte de la Hidrología que se refiere a las aguas subterráneas. Se menciona en esta, la cantidad y calidad de agua para tener la base de explotación y uso del mencionado líquido.

territorial del estado de Querétaro. El Municipio de Tequisquiapan limita al Norte con los de Colón y Ezequiel Montes, al Sur con el de San Juan del Río, al Este con el estado de Hidalgo y al Oeste con los Municipios de Colón y Pedro Escobedo.

### 2.2.3. ASPECTOS FISICOS.

El Valle de Tequisquiapan se encuentra a una altura de 1,817 metros sobre el nivel del mar, dentro de la altiplanicie mexicana en las estribaciones de la Sierra Gorda; al Noroeste limita con las estribaciones australes del Pinal de Zamorano, llamado en esta parte Sierra de la Llave, que forma también el Cerro de la Trinidad y El Boludo, que a su vez sirve de enlace con la cordillera que se encuentra al Oriente, formando lomas de poca elevación que los separa del Valle de Cadereyta.

El Valle de Tequisquiapan, único en su género en esta región, es el que forma el Río San Juan que nace en el municipio del mismo nombre cerca de los ranchos Jazmin y Buenavista, en los que se forma de pequeños arroyos; recibe la mayor parte de las aportaciones a su cauce de los abundantes manantiales del mismo valle. De este municipio se une al Río Tula o Moctezuma, tomando más adelante el nombre de Río Pánuco que desemboca en el Golfo de México, junto al Puerto de Tampico en el Estado de Tamaulipas.

El río mencionado tiene aguas arriba de la población cabecera municipal y forma una presa denominada "El Centenario", cu

yo fin es de almacenamiento, con capacidad inicial de doce a trece millones de metros cúbicos la cual se llena totalmente en los meses de marzo y abril. Las aguas de esta presa son aprovechadas para el riego en el estado de Hidalgo.

Existe otra presa, "Paso de Tablas", también de almacenamiento con capacidad de 1.5 millones de metros cúbicos; aguas abajo de la presa anterior y de la localidad.

El clima es templado con dos épocas bien definidas en el año; la de lluvias de junio a octubre y la seca de noviembre a mayo.

Las temperaturas anuales extremas son; la máxima de 36 grados celcius y la mínima de 1.8° C.

Los días lluviosos del año suelen ser entre 73 y 78, con una precipitación que oscila entre 587.1 y 588.5 milímetros.

El verano es cálido en general y el invierno es más frío en diciembre y enero siendo estas las estaciones donde se presentan las temperaturas extremas.

Otro aspecto que habrá de considerarse en el presente proyecto para ubicar la disponibilidad de agua del municipio, es aquella parte de la Hidrología que se refiere a las aguas subterráneas. Se menciona en esta, la cantidad y calidad de agua para tener la base de explotación y uso del mencionado líquido.

En el estado de Querétaro, existen 188 pozos que riegan 21,112 hectáreas. En Valle de Tequisquiapan dispone de 11 pozos que riegan 639 hectáreas.

Las características geológicas del subsuelo se manifiestan con fuertes afloramientos de Perlita Gris-Rosada. El principal afloramiento se localiza en el cerro de San José y se extiende por medio de derramas que forman parte del subsuelo y suelo de la población de Tequisquiapan.

El agua por su elevada temperatura se considera que ha circulado a una profundidad de 200 m., en contacto con la riolita y antes de aflorar a la superficie. El tipo de aguas que se explotan es de dos clases:

Aguas freáticas superficiales y aguas termales. Las primeras se infiltran en el valle y las segundas se manifiestan en manantiales con temperatura promedio de 33.5° C.

Las aguas que se aprovechan en la región considerada no son fósiles; explicándose esto por la fuerte explotación de agua que se ha registrado, si las aguas fueran fósiles es probable que se hubieran agotado las reservas del manto fósil.

Las explotaciones de las partes bajas tienen características diferentes a las de la parte alta de la zona. Siendo las primeras de carácter meteórico contaminadas. Las distancias relativamente cortas entre los diferentes manantiales dan a cono-

cer que no es un solo acuífero el que los alimenta, sino que existen varios de diferentes características y edades.

En la parte Suroeste de la población es donde se encuentran localizados los principales pozos que sirven para regar considerablemente las zonas de cultivo que pertenecen a ejidatarios.

El análisis del agua que se explota en la margen derecha del río en el Barrio La Magdalena, arrojó como resultado de que se trata de un agua de tipo no termal.

Pozos a cielo abierto que varían de 10 a treinta metros presentan temperaturas demasiado bajas que oscilan entre 15 y 21° C., por lo que se presume la existencia de una falla por el cauce del río que atraviesa la población.

Existen tres análisis realizados por parte de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y por la C.A.V.M. --- Comisión de Aguas del Valle de México, que dan muestra del grado de potabilidad que se da en los principales pozos registrados. Se encontraron magníficos resultados para el uso y aprovechamiento que se les dá.

#### 2.2.4. ASPECTOS DEMOGRAFICOS.

Para el análisis demográfico, debemos tomar en consideración ciertos aspectos que nos permitan conocer el desarrollo de

la variable poblacional y las razones de su comportamiento.

Nuestro país en las últimas décadas, ha venido acentuando la migración de la población rural hacia las zonas urbanas; a ello hay que agregar el hecho de que dicha concentración es aún mayor en algunas ciudades que presentan un atractivo económico.

Tequisquiapan a pesar de ser una población pequeña, presenta ventajas que le permiten un crecimiento de tipo urbano, siendo estas:

El hecho de situarse cerca de ciudades de gran importancia como lo son México y Querétaro principalmente; así como el hecho de ser un atractivo turístico.

Estas ventajas sin embargo no siempre causan el mismo efecto, ya que a su vez requieren que se difundan en el marco nacional y que se les apoye en forma política y financiera.

Tequisquiapan siendo una población antigua, había venido creciendo con índices inferiores a los nacionales, y súbitamente a partir de 1960 empezó a recibir flujos migratorios crecientes, abandonando por completo la tendencia histórica de incremento de población, lo que puede observarse si comparamos los porcentajes de incremento poblacional de las décadas de los 60's y de los 70's, 50.9 y 97.7% respectivamente, rompiendo este último con el que marca su tendencia lineal, como puede observarse en el cuadro siguiente:

CUADRO No. 5

ASO	ESTADO DE QUERETARO	MUNICIPIO TEQUISQUIAPAN	LOCALIDAD TEQUISQUIAPAN
1950	286,238	10,877	2,046
1960	355,045	13,697	5,169
1970	485,523	18,424	7,802
1975	585,054	22,599	10,689
1980	704,990	27,721	14,645
1985	849,512	34,003	19,737
1990	1,023,661	41,708	26,151
1995	1,233,511	51,158	33,353
2000	1,486,380	62,751	42,069

Los datos del cuadro No. 5 nos muestran que las tres categorías consideradas, tienen un comportamiento diferente por lo que su proyección tiene las siguientes bases:

- a) El índice de crecimiento de la población del estado de Querétaro supera al mismo indicador a nivel nacional, a partir de 1970, estimándose dicha tasa anual de crecimiento en 3.8%.
- b) El índice de crecimiento de la población del municipio de Tequisquiapan es del orden del 4.17% de incremento anual, se obtiene de restar la tasa de mortalidad a la tasa de natalidad actual.
- c) Con respecto al índice de crecimiento de la población de la localidad de Tequisquiapan, debe observarse el flujo migratorio de la población rural. Así como el hecho de que dicho flujo, se trata de población joven afectando la tasa de nata-

lidad al 45.5, ligeramente superior al indicador nacional, la tasa de mortalidad al 3.8, muy por abajo del indicador nacional.

Lo anterior es importante para la proyección de la población, ya que las tasas de natalidad y mortalidad deberán estabilizarse con los indicadores del municipio, del estado y del país.

d) Un factor importante de la localidad, es la población flotante que en 1978 fue la siguiente:

CUADRO No. 6

MES	TURISMO NACIONAL	TURISMO EXTRANJERO	TOTAL
Enero	3,667	51	3,718
Febrero	2,404	102	2,506
Marzo	4,798	75	4,873
Abril	3,654	44	3,648
Mayo	7,031	47	7,078
Junio	2,791	118	2,909
Julio	5,764	115	7,879
Agosto	6,171	58	6,229
Septiembre	4,940	45	4,985
Octubre	4,685	33	4,718
Noviembre	3,719	35	3,754
Diciembre	6,124	35	6,159
<b>F O T A L :</b>	<b>55,748</b>	<b>758</b>	<b>56,506</b>

Se puede observar que el turismo en Tequisquiapan es de;

56,506 visitantes en 1978  
 54,724 visitantes en 1977  
 52,942 visitantes en 1976

Si consideramos un incremento de 3.5% en el número de visitantes al año, para el futuro será como sigue:

CUADRO No. 7

AÑO	NUMERO DE VISITANTES	POBLACION FLOTANTE DIARIA	POBLACION FLOTANTE SEMANAL	POBLACION FLOTANTE MENSUAL
1979	58,483	320	2,249	9,747
1980	60,530	332	2,328	10,088
1985	71,890	394	2,765	11,982
1990	85,383	468	3,284	14,230
1995	101,409	556	3,900	16,901
2000	120,390	660	4,630	20,065

Estableciéndose un parámetro, que indica que los visitantes permanecen en la localidad dos días en su visita, por lo que se considera como población diaria la correspondiente a la flotante semanal.

#### 2.2.5. INFRAESTRUCTURA.

Partiendo de la cabecera se localizan varias carreteras asfaltadas, la primera une la ciudad con la estación Bernal de ferrocarril, con una extensión de 3.5 kms.; la segunda une a la cabecera municipal con el municipio de San Juan del Río, donde entronca con la carretera México-Ciudad Juárez, con extensión de 19 km.; y la tercera, pasa por la propia ciudad continuando al Norte hasta la sierra queretana, para comunicar con los estados de San Luis Potosí e Hidalgo.

Además existen ocho caminos de mano de obra que comunican a ocho de los diez ejidos municipales que son transitables la mayor parte del año. En caminos de terracería la red se extiende a unos 170 kilómetros a través del municipio.

La estación de ferrocarril Bernal, funciona desde el año de 1901 e incluye un servicio radio telegráfico que comunica con Querétaro, Irapuato, Monterrey, Laredo, Piedras Negras, Guadalupe, D.F. y otras ciudades. Se manejan de 8 a 10 toneladas mensuales de flete local y cerca de 100 ton. de flete directo; con respecto al flete de express se reciben de 8 a 10 tons. y se envían 13 aproximadamente por mes.

El promedio de pasajeros que salen y llegan a la estación es de 200 pasajeros mensuales.

El servicio de teléfono fue iniciado en Tequisquiapan en el año de 1917, instalándose cuatro aparatos en la casa de los hermanos Anaya, en la actual calle de Juárez. En 1930, el teléfono pasó a la calle de Juárez número 56, donde se encuentra actualmente. Hoy en día se cuenta con el servicio de larga distancia automática (LADA).

La localidad cuenta con servicio telegráfico desde el 1° de diciembre de 1948; la oficina encargada se ubica en la calle de Juárez número 46. El servicio postal también cuenta con una oficina que atiende el total de correspondencia del municipio. Circulan cuatro diarios nacionales y dos de carácter estatal. Se captan señales de estaciones difusoras de radio nacionales y estatales y se recibe la imagen de los canales nacionales 2, 5, y 13.

#### 2.2.6. ESTRUCTURA ECONOMICA.

La población económica activa (PEA) para el año de 1969, asciende a la cantidad de 4,919 habitantes, de este total, 1,137 personas tienen trabajo temporal de 1 a 9 meses del año. Si se compara la PEA con el total de habitantes del municipio, tenemos que un 28.14% sostiene al resto de la población.

El número de personas que se encuentran desempleadas de ma

nera permanente es de 397 representando el 8% de la población - en edad de trabajar.

La población que se encuentra efectivamente en el mercado de trabajo es de 451 habitantes, lo que representa el 9.2% de la PEA.

Analizando la PEA por sectores, se puede decir que de la totalidad de la PEA, 2650 personas se dedican a la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza, cifra que representa el 54% de la PEA, si a esta cifra agregamos 48 habitantes que trabajan en la minería, la cifra crece a un total de 2,698 personas empleadas en el sector primario; un 54.8% de la PEA.

El sector secundario comprende la actividad industrial, de construcción, de transformación y generación y de energía eléctrica. Este sector absorbe un total de 1,025 habitantes que constituyen el 21% del PEA. Cabe sin embargo destacar el rubro de la población que trabaja en la industria de la transformación, cuyo número alcanza 767 y representa el 15.5% de la PEA.

Finalmente el sector terciario que abarca el comercio, transportes, turismo y gobierno, absorbe un total de 742 personas, cifra que alcanza a representar apenas un 15.1%. A las actividades comerciales se dedican 185 gentes y al turismo 417 - que siendo rubros más importantes de este sector representan el 12.2% de la PEA.

De los datos anteriores, se deduce que la parte de la PEA más productiva es la comercial y la dedicada al turismo, ya que aún siendo menor relativamente a los otros sectores, la actividad turística es considerada como la principal fuente de ingresos para la población que es favorecida de manera directa o indirecta en un 70%.

Desde el punto de vista de distribución del ingreso o sectorial, Tequisquiapan es un municipio que muestra una gran polarización en el ingreso de sus habitantes; de la población económicamente activa que declaró ingresos, el 70,7% lo constituyen los dos grupos de más bajo ingreso mensual entre 200 y 999 pesos. Mientras que el grupo de más altos ingresos \$ 10,000/mes y más, constituye apenas el 0.48 de la PEA.

El tratamiento de la PEA por sectores nos muestra que la mayor parte de esta se concreta en el sector primario y además dentro de los tres grupos de menor ingreso. En los tres grupos de ingreso medio la mayor parte de la población se concentra en los servicios, y por último, en los dos grupos de nivel más elevado la moda se encuentra en el sector secundario.

De aquí podemos afirmar que la mayor parte de la PEA, se encuentra en el sector primario con los ingresos más bajos y por otro lado, los ingresos más altos se centran en pocas manos dedicadas al sector secundario.

La agricultura en el municipio de Tequisquiapan no se con-

sidera como fuente de gran importancia debido a que la mayor parte de la producción es recolectada en terrenos de temporal, lo que hace inestable que se obtengan buenas cosechas por depender de la bonanza de la temporada para lograr los cultivos.

Las tierras de riego son escasas en proporción a las áreas que se cultivan; pero se espera un auge en este tipo de tierras debido a la implantación de la industria vitivinícola Martell, la que utilizará un considerable número de hectáreas de cultivo para la vid. Actualmente se realizan trabajos de acondicionamiento de tierras no laborables, para que estén en condiciones para ser aprovechadas por el cultivo de la uva. Cabe destacar que actualmente el cultivo de mayor importancia es la vid. (datos SAG - 1970).

La industria de la vara es la fuente económica, de la cual vive el 30% de los habitantes de la cabecera municipal; gran parte de la producción se exporta al extranjero, en donde tiene gran aceptación de calidad.

Existen además fábricas como, la maquila de trajes para vestir; la de transistores y electrónica de precisión; la vitivinícola Martell; debido al género de estas industrias y su tendencia de crecimiento se espera un incremento de empleo más no de demanda de servicios como el agua potable.

El aspecto turístico se ha incrementado durante los últimos años al grado de considerarse la principal fuente de ingre-

sos para la población. Los derrames económicos que deja la afluencia turística, favorece de modo directo o indirecto a un 70% de la población, siendo hoteles y balnearios los que registran el más alto índice de ingresos, así como el comercio en sus diferentes ramas se beneficia sobre todo en la temporada de vacaciones, días festivos y fines de semana, fechas en que hay mayor afluencia de turismo.

#### 2.2.7. BIENESTAR SOCIAL.

En tequisquiapan en 1970 el 42% de las viviendas carecían de agua potable y el 48.4% no tenían drenaje. En el barrio de la Magdalena el 71.6% de las viviendas no tenían agua potable y al 83.5% les faltaba drenaje. En el barrio de San Juan, carecían de agua potable y alcantarillado respectivamente el 48.6% y 94.8 por ciento. De 1,318 viviendas que suman las tres localidades, carecían de agua potable el 52.2% o sea 688; el 70% de ellas no tenían drenaje siendo este número 923.

Actualmente el 70% de la población de Tequisquiapan, cuenta con servicio de agua potable. Hay 1,560 tomas con control, con servicio de alcantarillado cuenta el 50% de la población. El número de personas por conexión es de seis. El consumo de agua mensual promedio es de 53,300 m<sup>3</sup>, en 1972 el consumo era de 30,000 metros cúbicos por mes, para el año 1990 se calcula en 150,000 m<sup>3</sup> mensuales.

En 1970 el 61% de la población de Tequisquiapan, así como

el barrio de la Magdalena y barrio San Juan contaban con energía eléctrica, es decir 805 viviendas de estos dos barrios.

En la actualidad hay 1,981 usuarios que sirven al 91.96% de la población.

con radio 1,057

con T.V. 370

En cuanto a las viviendas; el 55% de ellas son de adobe, de ladrillo el 31%, de madera el 2%, casas con material de emba-  
rre por fuera 1% y otros materiales el 11%. Con cuarto de baño con agua corriente el 15.5% de las viviendas y el 14.76% de la población del municipio. Con cuarto para cocinar que no se usa también como dormitorio el 73.3% de las viviendas y el 75% de la población del municipio. El promedio de cuartos por casa ha-  
bitación es de uno.

El combustible usado para cocinar en orden de importancia es: leña o carbón en un 74.4% de las viviendas, petróleo o tractolina en un 9.6% de ellas y gas o electricidad el 16%.

La población según el consumo de alimentos se conforma así:

El 20% consume carne de tres a siete días a la semana y el 40% no la consume ni un solo día. El 28% consume huevo de 3 a 7 días a la semana y el 49.8% no lo consume ni un solo día.

El 26% consume leche de 3 a 7 días a la semana y el 66% no

la consume ni un solo día.

Finalmente el 57% consume pan de trigo de 3 a 7 días a la semana y el 29.3% no lo consume ni un solo día.

En 1970 el número de miembros de las familias presenta la siguiente estructura:

de	3	miembros	el	15.1%
de	2	miembros	el	15.0%
de	9	miembros	el	14.58%
de	4	miembros	el	13.77%
de	5	miembros	el	11.96%
de	6	miembros	el	11.36%
de	7	miembros	el	10.29%
de	8	miembros	el	7.82%

La estructura religiosa en Tequisquiapan presenta la siguiente composición:

La población católica	99.59%
La población atea	0.27%
Otras religiones	0.14%

Para efecto de aclarar la situación educativa en el municipio, dividimos esta parte en:

- a) Alfabetización
- b) Escolaridad
- c) Servicios de Educación

Los dos primeros incisos los explicamos en base el censo de población de 1970, consideramos que su composición no ha cambiado significativamente; el tercer dato lo abordamos con información más reciente, con datos de 1979, proporcionados por la presidencia municipal; éste último punto es el que consideramos de más importancia por incluir datos como, escuelas, población escolar, maestros y aulas, que en cierta medida van a demandar servicios adicionales de agua potable y alcantarillado, que es el eje en que versa esta tesis.

a) ALFABETIZACION.

La población alfabeta del municipio, asciende a un 69.49% del total, el otro 30.51% de la población analfabeta.

b) ESCOLARIDAD.

La composición de la población con instrucción primaria superior es la siguiente:

Tequisquiapan	1,078
B. Magdalena	369
B. San Juan	<u>212</u>
T O T A L :	1,659 o sea el 21.25%

De las cantidades anteriores, especificaremos el grado de educación;

Con Primaria	el 7.43% del total
Con Secundaria	el 4.55% del total
Con Preparatoria	el 0.92% del total
Con Estudios Comerciales Medios	el 0.72% del total
Profesionistas a Nivel Medio (Maestro)	el 0.08% del total
Profesionista con Educación Superior	el 0.87% del total

### c) SERVICIOS DE EDUCACION.

En 1979 la cabecera tiene 4 escuelas primarias con 42 aulas en total y una población de 2,338 alumnos. Dispone de una secundaria con 16 aulas y 450 alumnos. Cuenta con tres escuelas particulares que suman 17 aulas y 681 alumnos; la primera es una escuela comercial, la segunda una primaria y la última una secundaria.

Además hay una escuela unitaria que instruye hasta el 4° año de primaria, con 4 aulas y 197 alumnos. El número de maestros de la cabecera es de 124.

Conviene añadir que en el interior del municipio tenemos 12 escuelas de integración completa en las comunidades, con 64 aulas y 2,899 alumnos.

### 2.2.8. SERVICIOS DE SALUD Y MEDICOS ASISTENCIALES.

Hay una clínica del IMSS que cuenta con cuatro camas de hospitalización, una sala de expulsión, un médico general, dos

pasantes de medicina de la UNAM, siete enfermeras, un chofer de planta, un eventual, dos empleados administrativos y uno de mantenimiento. Está clínica da servicio a más de cuatro mil derechohabientes.

S.S.A.

Tiene tres consultorios, catorce camas, un cubículo para -  
pediatría, seis cunas, una incubadora, un cubículo para cura---  
ción, una farmacia, una sala de expulsión, una sala de quirófa-  
no, un doctor, tres pasantes de medicina y uno de odontología,  
siete enfermeras base y tres en servicio social, una nutricio--  
nista, un promotor de salud, una administradora, tres empleados  
de intendencia.

ISSSTE.

Se trata de un puesto periférico atendido por un médico ge-  
neral.

Por último se tienen cinco consultorios particulares, y ade-  
más, treinta parteras empíricas, diez hueseros, diez curanderos,  
veinte yerberos y cinco brujos.

#### 2.2.9. INCIDENCIA DE ENFERMEDADES Y VIDA PROMEDIO.

La vida promedio de las personas es de 80 años (datos pro-  
porcionados por el registro civil del municipio de Tequisquia--  
pan). La mortalidad infantil es de 3 a 4 niños mensuales con -  
menos de un año de edad. La incidencia de enfermedades de tipo

hídrico es alta, presentando el siguiente comportamiento:

La población sufre gastroenteritis en un 60% con edad entre 0 y 1 año. El 80% entre 1 y 4 años; y el 20% con edad entre 14 a 15 años. Además es la segunda causa de consulta con el médico, siendo la primera las enfermedades respiratorias. Dicho de paso, en el sexo femenino la incidencia de gastroenteritis es mayor.

La población que padece amibiasis y parasitosis se distribuye como sigue; según edad y porcentaje:

De 0 a 1 año	0%
De 1 a 4 años	8%
De 5 a 14 años	12%
De 15 a 24 años	23%
De 25 a 44 años	20%

Estos dos rubros de enfermedades representan la tercera -- causa de consulta con el médico; la cuarta la constituye la oti tis, la 5a. la dermatitis y la 6a las de tipo reumático.

Las principales cuasas de muerte son:

- 1° Aparato Respiratorio
- 2° Aparato Circulatorio
- 3° Aparato Digestivo
- 4° Embarazo, Parto y Puerperio

5° Parinatales (Fuente: IMSS, Presidencia Municipal, Registro Civil, Censo Nacional de Población y Vivienda 1970.

#### 2.2.10. SERVICIO DE LIMPIA, VIGILANCIA Y TRANSPORTES URBANOS.

El servicio de limpia cuenta con un camión, tres barrenderos y dos empleados. Según información de la presidencia no existe presupuesto para ellos.

La vigilancia consta de un radio estatal, cuatro patrullas y veinte policías, un delegado de tránsito así como dos elementos de la vialidad. Además se tiene la policía judicial que dispone de un comandante y tres elementos.

Para solucionar el problema de los transportes urbanos la ciudad únicamente dispone de taxis para el servicio urbano.

#### 2.2.11. SERVICIOS BANCARIOS, TURISTICOS, MERCADOS Y ZONAS COMERCIALES, OFICINAS GUBERNAMENTALES Y MUNICIPALES.

Existe una sucursal Bancomer y una caja de ahorro municipal para los servicios bancarios.

Para los servicios turísticos existen 22 hoteles de amplia variedad, hay de lujo con más de 100 cuartos de primera y hasta simples posadas de tipo familiar.

Además hay ocho balnearios, varios restaurantes de cocina nacional e internacional y una discoteca.

Los servicios turísticos señalados son elementales, apenas sirven para satisfacer la demanda de los turistas. Existe un

gran potencial de ampliación de los mismos, para aumentar el atractivo turístico de la zona.

#### Mercado y Zonas Comerciales:

Existe un mercado sobre la calle Ezequiel Montes y las calles que tienen locales comerciales en la zona turística son: Morelos, 5 de Mayo, Niños Héroeos, Guillermo Prieto y Juárez.

#### Oficinas gubernamentales Municipales:

Oficinas Federales de Hacienda, Comisión Federal de Electricidad y Secretaría de Salubridad y Asistencia.

#### Oficinas Estatales:

Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Hacienda, Agricultura y Recursos Hidráulicos, Reforma Agraria y Policía Judicial.

#### Oficinas Municipales:

Comisión de Agua Potable de SAHOP, Presidencia Municipal y Oficina de Obras Públicas.

### CAPITULO III

### III. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ACTUALES,

#### 3.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y CAPTACIONES DE AGUA POTABLE.

Para abastecer la ciudad de Tequisquiapan existen dos pozos profundos de los cuales son extraídos en promedio 33 l.p.s. cuando ambas bombas están trabajando, lo cual sucede el 35% del tiempo de bombeo total. Están ubicadas a un margen de la Av. Juárez, frente a la colonia los Sabinos, a la altura de la cota 1869.0 - m.s.n.m.

El gasto de explotación para la bomba No. 1 es de 20.24 l.p.s. y el de la bomba No. 2 es de 17.23 l.p.s. según estudio hidrométrico de octubre de 1977. El gasto máximo disponible es de 33.58 l.p.s.

La producción anual para 1979 de estas dos bombas es de 679,305 metros cúbicos. La calidad del agua es buena, según se observa en los análisis descritos.

Para la determinación de la posibilidad de explotación se cuenta con el dictámen preparado por la Residencia General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Centro SAHOP en Querétaro, Qro. a cargo del Ing. Emiliano Rodríguez Briseño a través del Ing. Eliseo Contreras Aguilar, geólogo regional.

El agua para el abasto de la localidad proviene de un manto subterráneo. El espejo de agua se encuentra a 80 mts. de profundidad y la profundidad de explotación es de 150 mts.

Actualmente se encuentra en buen estado de funcionamiento las dos bombas utilizadas para la explotación del manto. El gasto de bombeo es medido según el mínimo de horas de bombeo y

la capacidad de cada bomba. A continuación se dan las características del equipo de bombeo:

Bomba No. 1 Tipo Sumergible.

(No se tienen los datos disponibles)

Bomba No. 2 Motor de Inducción Marca IEM, Westinghouse, 60 her-tz 3 fases, Modelo 1-116-132 C.P. 40 220/440 volts. Temp. Amb. °C Máx. 102/51 Amperes por línea 30-2300 MSNM 1770 R.P.M. 40-1000 MSNM 1.10 Factor de servicio.

Existe una bomba en la colonia Adolfo López Mateos con las siguientes características:

60 ciclos, motor de inducción Fairbanks Morse 15 - C.P. 220/440 volts, 11.200 KW 41/20 Amperes por línea 3600 R.P.M. 40°C. Temp. Cont.

Esta bomba opera actualmente independiente al sistema federal y abastece a la Colonia A. López Mateos. En un futuro servirá, para casos de emergencia únicamente, a la zona alta po-niente.

### 3.2. CONDUCCIONES Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE.

Actualmente se cuenta con una dotación promedio de 199.11 litros por habitante por día para la población servida que es - 70% de la población total de 13,353 habitantes para el año 1979.

La actual línea de conducción que consiste en tubería de fo.fo. de 200 mm. (8") de diámetro corre desde la caseta de bombas y sube a presión hasta los tanques de almacenamiento que se encuentran a 1100 metros de distancia y 41 metros de desnivel. La tubería se encuentra al presente en buen estado de servicio y es por esta razón que será utilizada como línea de distribución primaria en la Zona Baja Oriente, construyéndose una nueva línea, separada, de conducción a los tanques.

La red primaria del sistema consiste en tubería de 200mm. (8") de diámetro que abastece a parte del barrio La Magdalena y que tiene 3815 m. de longitud. También se tiene otro largo tramo del mismo diámetro el cual entronca con el circuito principal del centro que es de 150mm. (6") de diámetro y tiene un desarrollo de 2496 metros.

La red secundaria del sistema varía en cuanto a tamaño y clase de tuberías. Estas varían desde 100 mm. (4") hasta 60mm. (2½") y son tanto de asbesto-cemento como de fo.fo. y está distribuída en los barrios de San Juan y la Magdalena, la zona centro y zonas residenciales. Toda la red trabaja por gravedad.

Se tiene también un total de 6157 metros de tubería desde 100 mm. hasta 12,5 mm. de diámetro en la Col. A, López Mateos, de Fo. galvanizado que no está incorporada al sistema actual.

El funcionamiento hidráulico del sistema es bueno a excepción de 2 o 3 válvulas con escasas fugas en el fraccionamiento.

Los Claustros.

El cuadro siguiente muestra un resumen de la tubería existente de acuerdo a las zonas de presión de proyecto.

CUADRO No. 8

TUBERIAS EXISTENTES DEL SISTEMA FEDERAL DE AGUA POTABLE  
EN TEQUISQUIAPAN, QRO.

DIAMETRO (MM)	ZONA ALTA ORIENTE	ZONA BAJA PONIENTE	ZONA BAJA ORIENTE	SUMA (METROS)
60	1641	3138	4322	7460
75		5125	3873	8998
100		219	7264	7483
150		2496		2496
200		368	3815	4183

A continuación se presenta un resumen de cantidades y tipos de tuberías primarias y secundarias para conducción de agua potable en Tequisquiapan, Qro. (incluye Col. López Mateos) en metros.

## CUADRO NO. 9

DISTRIBUCION POR TIPO DE LAS TUBERIAS EXISTENTES EN  
TEQUISQUIAPAN, QRO.

DIAMETRO mm	Fo. Fo.	ASBESTO-CEMENTO	Fo. GALV.
12.5			2265
25			570
37.5			359
60		7460	
75		8998	
100		7483	2963
150		2496	
200	1100	3083	

Por funcionar el sistema por gravedad, no existen estaciones de bombeo y rebombeo.

El agua obtenida del manto acuífero es de muy buena calidad; el único tratamiento al que es necesario someterla antes del consumo de la población es de cloración o desinfección. Esto se realiza dentro de la misma caseta de bombeo.

A continuación se describe la dosificación de cloro y consumo.

## Equipo clorador:

Penwalt Wallace & Tiernan de México, D.F.

Mod. A 741 CL<sub>2</sub>kg/24H P x G 44062 2.20

Presión de Gas 87

Motor de corriente alterna IEM 3 fases

4 polos tipo APG C.P. 15

Operación 24 hrs. temp. máx. total Cu 130°

60 hertz 220/440 volts 5.4/2.7 amperes

1732 R.P.M. 1.10 factor de servicio

Este equipo clorador consume aproximadamente 2.5 kg/día -- aunque a veces se descompone durante lapsos de tiempo que varían entre uno o dos meses por año lo que se recomienda dar servicio o mantenimiento periódico a este equipo.

Los tanques de regularización existentes están localizados a la altura de la cota 1910.0 m.s.n.m. Son de tipo superficial de mampostería con plantillas de concreto armado. Tienen una capacidad de 450 m<sup>3</sup> y 150 m<sup>3</sup>. Se encuentran actualmente en buen estado.

Para medir el almacenaje se encuentra una escala integrada a la pared interior de los mismos. Las piezas especiales y válvulas de compuerta se encuentran actualmente en buenas condiciones de trabajo por lo que seguirán usando sin reemplazar. Además, la colonia López Mateos tiene un tanque del mismo tipo con una capacidad de 85 m<sup>3</sup>, el cual no está integrado actualmente al sistema pero en un futuro servirá a la Zona Alta Poniente en casos de emergencia.

La red existente de distribución cuenta con un total de -

30,777 metros de tuberías cuyos diámetros varían de 200 mm a 12.5 mm de diámetro. Esto incluye la zona no integrada aún al sistema. Actualmente hay una zona en el barrio de San Juan la cual tiene servicio interrumpido de agua en horas pico debido a la demanda y al pequeño diámetro de la tubería existente. En general, el resto de la población tiene servicio ininterrumpido de agua en horas pico debido a la demanda y al pequeño diámetro de la tubería existente. En general, el resto de la población tiene servicio ininterrumpido.

Aproximadamente el 70% de la población servida cuenta con un servicio continuo de abastecimiento. La zona con servicio seccionado se encuentra en la parte Suroeste del barrio San Juan. La insuficiencia es debida al pequeño diámetro en la tubería que abastece a esa zona (1½" Ø), además de la demanda y también por la escasa presión a que llega el agua en esos puntos. Para la determinación de presiones en la red ver plano general. No se cuenta con un programa de conservación de las tuberías.

En cuanto a tomas domiciliarias y medidores se refiere, se cuenta con 1520 tomas con medidor y 40 tomas sin medidor, haciendo un total de 1560 tomas. El volumen anual total medido en el sistema federal es de 548,939 m<sup>3</sup> para 1978, con un consumo promedio mensual por toma de 29.32 m<sup>3</sup>. A continuación se tabulan los consumos bimestrales para los diferentes tipos de consumidores del segundo bimestre de 1979.

## CUADRO No. 10

CONSUMO DE AGUA POTABLE CORRESPONDIENTE AL 2° BIMESTRE  
DE 1979 EN TEQUISQUIAPAN, QRO.

TIPO DE USUARIO	DOMESTICO	PUBLICO	COMERCIO	INDUSTRIAL
Consumo en m <sup>3</sup>	35,947	852	2,187	---

Aunque no hay un programa formal de reposición de medidores, estos son sustituidos y arreglados por personal del sistema cuando son reportados o cuando dejan de funcionar normalmente.

Actualmente (octubre 1979) no existen solicitudes para conexión de tomas domiciliarias aunque este caso particular es la excepción.

En resumen la población servida actualmente en Tequisquiapan, Qro, es de 9360 habitantes del sistema oficial y unos 2500 más en la colonia López Mateos que no tienen registro alguno por ser actualmente ese sistema independiente del oficial.

Los hidrantes públicos son solamente cinco, y estos están localizados en la colonia López Mateos.

La operación hasta 1979 la efectúa el Sistema Federal de agua Potable de Tequisquiapan, Qro, que depende de la Residencia General de Operación de Sistemas de Agua Potable y Alcanta-

rillado en Querétaro, Qro. Centro SAHOP,

La producción anual de las fuentes de abastecimiento es de 710,330 m<sup>3</sup> al año incluyendo la colonia López Mateos. En la gráfica de la página siguiente se indican los volúmenes producidos mensualmente por los pozos de la Av. Juárez.

Los consumos de energía eléctrica por metro cúbico bombeado son los siguientes:

CUADRO NO. 11

CONSUMOS DE ENERGIA ELECTRICA POR METRO CUBICO BOMBEADO

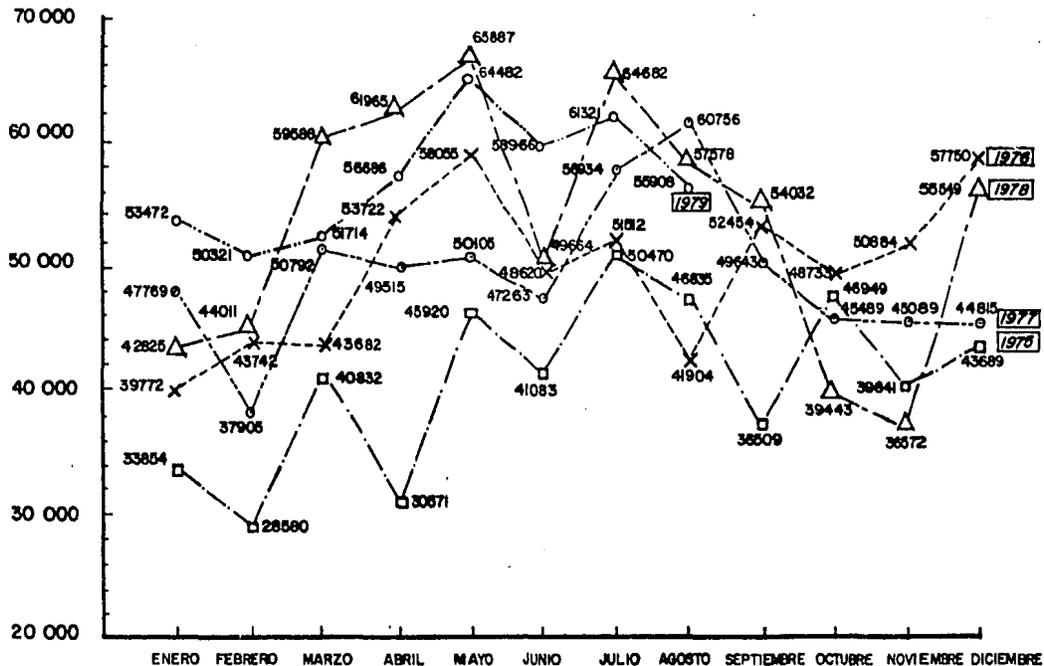
AÑO	M <sup>3</sup> BOMBEADO	PAGOS A C.F.E.	\$/M <sup>3</sup> PROMEDIO
1975	485,132	19,648.85	0.04
1976	590,830	27,954.70	0.05
1977	586,075	97,480.45	0.17
1978	631,796	94,674.90	0.15
1979*	452,870	92,713.10	0.20

\* Datos Parciales.

El volúmen anual enviado a la red por los tanques de regularización es de 679,305 m<sup>3</sup> para 1979\* sin contar la colonia López Mateos la cual envía por medio de su tanque regulador, un volúmen anual de 31,025 m<sup>3</sup>.

# VOLUMEN DE AGUA MENSUAL BOMBEADO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN TEQUISQUIAPAN, QRO. DE 1975 A 1979

M<sup>3</sup>  
BOMBEADOS



El sistema actual no cuenta con equipo para llevar a cabo un programa de detección y corrección de fugas en diferentes partes que compone el sistema, por lo que tampoco tiene presupuesto para dicho programa ni taller de reparación de medidores. Se localizaron tres fugas en las válvulas de compuerta a lo largo de la línea en la colonia Los Claustros y fueron reportadas. El procedimiento que aplica el organismo operador es de atender los reportes hechos por los usuarios y verificar la fuga con personal del sistema. También se mandan a reparar los medidores que dejan de funcionar previo reporte del lectorista.

### 3.3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO, EMISORES, INTERCEPTORES Y DISPOSICION DEL AGUA RESIDUAL.

De acuerdo con el levantamiento que se efectuó se observó que el actual sistema opera como sistema separado en ciertos tramos y como combinado en otros. Por no existir proyecto original el sistema fue construido por partes y en distintas etapas conforme las necesidades y posibilidades de la localidad.

Funciona como tratamiento del agua residual, que es vertida directamente al río San Juan, la dilución con las aguas de manantiales que proliferan en la zona.

No existen estaciones de bombeo y rebombeo ya que el sistema trabaja todo por gravedad.

Existen dos emisores de gravedad en el sistema. Uno se lo

caliza sobre la calle Morelos Nte. a la altura de la calle 16 de Septiembre con longitud aproximada de 200 metros y que corre hacia el Norte hasta Fco. I. Madero. Este emisor de 61 cm. de diámetro trabaja como combinado. El segundo emisor del mismo diámetro tiene su origen en lo que sería la esquina de Av. Juárez Pte. y Av. Morelos ( a la altura de la Plaza Central) y corre hacia el Oriente sobre la Av. Juárez hasta la calle Ezequiel Montes donde dobla hacia el Norte pasando por un costado del Hotel el Relox del cual recibe su nombre, hasta desembocar al río San Juan. Este emisor, con desarrollo aproximado de 600 metros, también trabaja actualmente como combinado.

Ambos emisores se encuentran en buen estado de funcionamiento y serán aprovechados para el proyecto en su totalidad.

### 3.4. COLECTORES, SUBCOLECTORES Y RED DE ATARJEAS.

El sistema principal dá servicio al centro de la ciudad, zonas residenciales, colonia Los Sabinos, las márgenes de la Av. Juárez Ote. y una pequeña parte del barrio La Magdalena.

Los diámetros de tuberías varían desde 20 a 45 cm. para colectores principales. Se encuentra el sistema en buenas condiciones de servicio aunque de 420 has. con asentamientos humanos solo sirve a poco menos del 50% (200 has.) y en población este porcentaje significa la mitad de población servida.

En algunas zonas se tienen distancias entre pozos de visi-

ta mayores a 120 metros por lo que estos tramos tendrán que ser limpiados con equipo especial.

Existen aproximadamente 1140 descargas de albañal al sistema de alcantarillado sanitario. Además existen otras 14 descargas de albañal de albercas y balnearios directamente al río.

La población servida con todas estas descargas, más las de aguas negras es de 6853 habitantes, aproximadamente 6500 personas más son servidas con fosas sépticas o letrinas.

El organismo operador que es el del municipio local, no cuenta con equipo apropiado para llevar a cabo la conservación del sistema. Cuando llega a taparse alguna atarjea se destapa por medio de sonda manual.

## CAPITULO IV

#### IV. EVALUACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS

##### 4.1. ESTUDIOS BASICOS.

Se ordenó la elaboración de un plano aerofotogramétrico de la ciudad de Tequisquiapan, Qro. a escala 1:2000, así mismo se entregaron los planos del levantamiento predial efectuados en septiembre de 1979. Se cuenta con alrededor de 2,400 predios en la localidad.

No se efectuó el levantamiento del plano de pavimentos; las redes de agua potable y alcantarillado sanitario existen en lo tocante a zonas pavimentadas, no sufrirán modificaciones debido a la suficiencia de estas zonas para condiciones futuras. Las zonas no pavimentadas son las que están sujetas a ampliación y rehabilitación.

Por reportes de la Residencia de Construcción en Querétaro Qro. se sabe que el suelo de Tequisquiapan está formado esencialmente de material conglomerado arcilloso compacto, tipo tepetate, tanto de la zona de lomerías como la zona baja y plana. En esta forma se ha clasificado como tipo B según el catálogo de precios unitarios de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado (1979.)

Se consideró indispensable efectuar el levantamiento de toda la red de agua potable en Tequisquiapan, tanto la que se con

sidera integrada al sistema federal de operación, como la no integrada que opera en forma particular, de manera de tener la información suficiente que permite ejecutar un proyecto integral de todo el sistema de agua potable. Toda esta información aparece descrita en el capítulo III y aparece marcada como existente en los planos de agua potable del proyecto. A la vez se levantarán los pozos de abastecimiento de agua potable, tanques de regularización y líneas de conducción.

En Tequisquiapan no existe el uso industrial de agua potable, por no existir industrias que requieran del líquido.

#### 4.2. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD.

La fuente de abastecimiento de Tequisquiapan es la subterránea a profundidad de 150 a 180 m. según reporte de la Residencia de Construcción de la DGCSAP y A en Querétaro, Qro. El agua es de buena calidad y abundante para la nueva extracción que en conjunto representa 109 l.p.s. con 3 pozos nuevos, que sumados a los 33 l.p.s. que se explotan actualmente dan un total de 142 l.p.s. Suponiendo que solamente se pretendiera establecer en forma preliminar una alternativa de fuente de abastecimiento superficial con agua de la presa "El Centenario", aún sabiendo que esta agua es relativamente limpia y que se sujeta a sedimentación, previa coagulación, sedimentación secundaria, filtración y cloración, el costo inicial de inversión sería del orden de 100 millones de pesos contra 6 millones de inversión del sistema con fuentes subterráneas, incluyendo la captación y bombeo, lo que excluye esa alternativa. En cuanto a la red, después de efectuar tres anteproyectos de red primaria que arrojaron 12,11 y 10 mil metros lineales de tubería con diámetros de 250 mm, 200 mm, 150 mm, y 100 mm, se llegó a la alternativa final que se tomó en definitiva para la red primaria de la localidad, de acuerdo con la Supervisión del Departamento de Agua Potable.

Se calculó la red mediante un programa de computación que cuya copia no se incluye, pero se pondrá a disponibilidad de quien lo solicite. Se empleó el método de la tubería equivalen

te que dá la misma pérdida de carga para la misma descarga en la tubería; así mismo se usó el criterio del diámetro equivalente que dá la misma pérdida de carga para la misma descarga. El modelo matemático resultante para la optimización de la red de distribución de agua, dá los diámetros y gastos con pérdida de carga que se indican en el programa de computadora.

Es interesante hacer un comentario acerca de que un sistema de tubería abierto o en árbol, sí da una solución de costo mínimo para una red de agua, pero en la práctica se cierra el circuito.

En efecto haciendo un desarrollo matemático de la fórmula de Hazen-Williams,

$$H = \frac{K Q^p L}{C^p D^r} \quad \text{--- (1)} \quad ; \text{ en donde:}$$

H = pérdida de carga en la tubería en metros.

L = longitud de la tubería , en metros.

Q = flujo en la tubería , en m<sup>3</sup>/min.

D = diámetro de la tubería , en mm.

C = coeficiente de Hazen-Williams para fricción de tubería .

p y r = exponentes.

K = constante.

El costo de inversión de una tubería, incluyendo colocación, junteo y prueba, se puede expresar como una función del

diámetro:

$$Y = K L D^m \quad \text{--- (2)}$$

$m$  = exponente en función del costo del tubo.

$K$  = constante del tubo.

con el desarrollo se llega a la expresión:

$$\frac{d^2 y}{dQ^2} = \left(\frac{p}{r}\right)^m K \left(\frac{p}{r} - 1\right) K \frac{m}{r} \sum_{i=1}^n \frac{Q \frac{pm}{r} L^{1+\frac{pm}{r}}}{C \frac{pm}{r} Q^2 H \frac{m}{r}}$$

en la ecuación de Hazen-Williams:

$$p = 1.35$$

$$r = 4.87 \quad r/p = 2.63 \text{ y, "m" es mucho menor que 2.63.}$$

El costo será mínimo en valores de frontera de  $Q$  que pueden ser valores máximos o mínimos de  $Q$ . En la frontera la pendiente  $dy/dQ$  será infinita más o menos lo cual producirá cero flujo, a través de algún miembro de las tuberías del circuito, resultando en un sistema de árbol de circuito abierto. Por consiguiente, la solución del mínimo costo de una red de tubería conducirá a un sistema de tubería abierto. En la práctica el circuito se cierra lo que trae consigo una mejor distribución del agua.

La supervisión del proyecto de agua potable fijó un bombeo de 24 horas hacia el tanque de regularización respectivo, lo

que a su vez fijo la capacidad de cada uno de ellos.

#### 4.3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y ELIMINACION DE LAS AGUAS RESIDUALES.

De los datos obtenidos con el levantamiento de la red de alcantarillado sanitario se deduce que en general, el sistema existente es adecuado para la conducción y eliminación de las aguas de desecho y aún en ciertas partes el sistema se encuentra sobrado en cuanto a capacidad.

El criterio de mínimo costo se ha fijado tomando como base las especificaciones de proyecto de SAHOP que fijan un diámetro mínimo de atarjeas de 20 cm. y separación máxima entre pozos de visita de 125 m., para alcantarillado sanitario. En general toda la zona por servirse con alcantarillado sanitario dispondrá de diámetros de 20 y 25 cm. La zona baja de la localidad en donde se localiza el emisor que conduce a la planta de tratamiento de aguas negras es bastante plana, lo que obligó a emplear un diámetro que permita trabajar con pendientes mínimas para el desfogue del gasto máximo de aportación para el año de 1995 que se calcula en 200 l.p.s., lo que ha fijado un diámetro de 76 cm. para este emisor.

La descarga de este emisor a la planta de tratamiento se estudió por dos sistemas: el de gravedad y el de bombeo.

El sistema de descarga por gravedad representa la conve---

niencia en el ahorro de bombeo y energía eléctrica, un renglón muy importante ya que involucra costos de operación y mantenimiento generalmente altos. Pero al mismo tiempo, este sistema requiere levantar a cotas más altas algunas atarjeas cercanas al río San Juan y que representan aproximadamente 2000 metros lineales de tubería de 30 cm. de diámetro de manera de permitir el desfogue del emisor de 76 cm. a una cota de plantilla cercana a la elevación 1865.0 m.s.n.m. Por otro lado al subir el emisor, parte del mismo trabajaría ahogado ya que el nivel del agua en la planta (laguna) estaría 1.50 m. sobre la cota de descarga debido a que la profundidad de la laguna no debe de ser arriba de 2.40 m. con respecto al nivel natural del terreno, considerando un bordo libre de 0.90 m. Esto originaría una fuerte sedimentación de materia orgánica dentro del emisor con los consiguientes malos olores, una vez que esta entrara en condiciones de septicidad, especialmente en primavera por el aumento de temperatura.

Esta situación tan molesta de por sí, representa un costo intangible seguramente mucho más grande que el planteamiento de la segunda alternativa que es el escurrimiento por bombeo, la cual a pesar de su mayor costo inicial, sobre todo de su alto costo anual de operación y mantenimiento permitirá una fluidez en el escurrimiento de las aguas negras a lo largo del emisor, eliminando totalmente los malos olores.

Se hace énfasis sin embargo, que el objetivo principal de

esta solución que es precisamente la eliminación de malos olores quedará totalmente anulada, si la construcción no llegara a respetar la pendiente de diseño del emisor, lo cual es básico - para que no se produzca la mencionada sedimentación de material orgánico.

Para los sistemas de disposición de agua residual se emplearon las siguientes soluciones:

Solución A.- Sedimentación Simple

Solución B.- Coagulación y Sedimentación

Solución C.- Lodos Activados, por petición de las autoridades Locales.

Solución D.- Lagunas Aereadas

Solución E.- Lagunas de Estabilización

A continuación se presenta una tabla con las características de cada solución.

CUADRO No.12

CUADRO COMPARATIVO DE SOLUCIONES PROPUESTAS

SOLUCION	% REDUCCION MATERIAL ORGANICO	INVERSION* INICIAL (MILES)	COSTO ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES
A	55	6000	300	Lodos resultantes
B	80	8000	500	Lodos resultantes
C	90	120000	6000	
D	85	25000	1500	
E	60	6000	50	

\* Inversiones son para demandas de 1995 con pesos de 1980.

Aunque la eficiencia en la remoción de materia orgánica de las lagunas de estabilización es relativamente baja, en este caso es aceptable debido al factor de dilución tan alto del río San Juan que es del orden de 14.4 para un gasto en la descarga de 200 l.p.s. Dado que también la inversión inicial es de las más bajas y solo comparable con la alternativa A, pero que prácticamente no tiene costo anual de operación y mantenimiento, se elige la alternativa E, Lagunas de Estabilización, como el tratamiento óptimo para la disposición final de las aguas negras.

Por otro lado, aunque existen en la zona cercana a la planta de tratamiento propuesta, tierras dedicadas al cultivo, principalmente de la vid, se antojaría a primera vista emplear las aguas tratadas en agricultura, ya fuera para el cultivo mencionado o bien para otros como el del maíz o frijol, etc. Sin embargo, es conveniente recordar aquí, que el empleo de aguas negras aún tratadas no debe de hacerse indiscriminadamente. La literatura al respecto presenta estudios muy interesantes sobre la persistencia de ciertas bacterias y virus tanto en el suelo como en el cultivo en sí, aún después de varias semanas de aplicado el riego con aguas tratadas y desinfectadas.

Es interesante mencionar aquí las investigaciones efectuadas en Alemania y en Israel a este respecto, que indican que no parece conveniente emplear esta práctica, sobre todo cuando se

dispone de agua abundante como es el caso de la localidad que nos ocupa. Por esta razón se ha pensado en hacer la descarga de las aguas tratadas al río San Juan para su posterior utilización aguas abajo de Tequisquiapan.

## CAPITULO V

## V. PROYECTO

### 5.1. ESTUDIO DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO Y CAPTACION.

En la ciudad de Tequisquiapan o en sus cercanías no se tienen fuentes de abastecimiento superficial confiables. La presa "El Centenario" podría ser una fuente futura para el caso de agotamiento de los mantos subterráneos con que cuenta al presente, sin embargo, este hecho es dudoso, en base a los estudios y datos históricos de la zona.

La calidad del agua de esta presa deberá vigilarse ya que en la zona de San Juan del Río y otras cercanías, están por instalarse industrias que pueden vertir sus desechos líquidos a corrientes que sean tributarias del vaso. Por esta razón no se considera al presente, ninguna fuente superficial de abastecimiento.

En esta forma, la fuente de abastecimiento para la localidad se estima es la subterránea. Por informe de la Residencia General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en Querétaro, Qro. la elección de esta fuente queda recomendada.

Los mantos acuíferos subterráneos en la localidad se consideran de alta productividad a juzgar por la eficiencia de los pozos profundos que actualmente abastecen el sistema de agua potable.

En los últimos cuatro años el nivel estático se ha abatido alrededor de tres metros con una extracción continua de 33 l.p.s. y el cono de abatimiento alcanza una altura máxima de 18 metros.

Se han proyectado tres pozos profundos; dos a una profundidad de 180 m. de 22 y 40 l.p.s. respectivamente y uno a profundidad de 150 m. con un caudal de 48 l.p.s. de extracción continua (24h/d). Estas capacidades se darán en dos etapas: una inmediata y otra futura.

No se cuenta con gráficas de aforo pero en la zona donde se localiza el pozo de 48 l.p.s. se encuentran actualmente en operación los dos pozos del abastecimiento de la localidad con una eficiencia en la operación bastante adecuada como se indica en el párrafo anterior.

Por otro lado en la zona donde se tienen proyectados los otros pozos de 22 y 40 l.p.s. cada uno, se encuentra actualmente en operación un pozo pequeño de 15 l.p.s. para el abastecimiento privado de la Colonia Adolfo López Mateos, con excelentes resultados en su funcionamiento desde hace tres años en que se instaló. De manera que estos pozos actualmente en operación pueden servir de guía inicial para juzgar que no se con

templán limitaciones en la extracción del agua del subsuelo.

La Dirección de Fuentes de Abastecimiento de la DGCSAP y A de la SAHOP emitió un dictámen, teniendo como base el estudio geohidrológico efectuado en la localidad de Tequisquiapan, Qro. por el Ing. Residente de Construcción del Centro SAHOP en Querétaro, Qro. Este dictámen recomienda las fuentes de abastecimiento subterráneo propuestas en esta tesis, así mismo garantiza el abastecimiento del sistema de Tequisquiapan de acuerdo con la vida útil del proyecto (hasta 1995).

## 5.2. CAPTACIONES, CONDUCCION Y DISTRIBUCION DEL AGUA POTABLE.

Siendo la fuente elegida de abastecimiento la subterránea, la captación se efectuará con bombas de pozo profundo de motor vertical. De cada bomba el líquido se enviará a presión al tanque de almacenamiento respectivo mediante tubería forzada de asbesto-cemento Clase A-5. El bombeo será continuo. Las bombas se han diseñado para extraer un gasto continuo equivalente al gasto máximo diario.

El sistema hidráulico proyectado consiste esencialmente en lo siguiente: cuatro zonas independientes llamadas Zona Alta Poniente, Zona Baja Poniente, Zona Baja Oriente y Zona Alta Oriente. En cada zona se encuentra un pozo profundo con su correspondiente tanque de regularización.

El pozo solamente enviará agua al tanque. Del tanque se -

efectuará la distribución a la red. La carga mínima disponible en cada zona es de 20 m. y la máxima fluctúa entre 25 y 30 m. ya que hidráulicamente se ha tomado ventaja de la topografía favorable del terreno para absorber las pérdidas de fricción en tubería con los desniveles topográficos disponibles, lo que se reflejó en una economía en el diámetro de diseño de las tuberías. Las tuberías de los circuitos principales en la red, se diseñaron con el gasto máximo horario, previsto para 1995.

Dada la calidad aceptable del agua de abastecimiento, solo se han considerado cloradores en las respectivas casetas de bombeo para conservar en la red un contenido de cloro residual más o menos 0.4 p.p.m.

La primera etapa de construcción, es la inmediata para efectuarse en 1981 y contempla toda el área que al presente no cuenta con servicio domiciliario de agua potable y que representa aproximadamente 5150 habitantes o aproximadamente 859 nuevas tomas domiciliarias, lo que cubrirá alrededor de 116 Has. de nuevos predios favorecidos por estas obras.

La colonia Adolfo López Mateos se rehabilitará en su sistema particular de abastecimiento para integrarlo al sistema federal. Al presente, el área total de los predios que se encuentran beneficiados con el sistema existente es de 126 Has. También se considera aumentar el número de tomas domiciliarias.

La segunda etapa contempla la ampliación del sistema en el

año de 1988 y la tercera y final, ampliará el sistema en el año de 1995.

Como ya se ha indicado en el estudio socioeconómico, la zona actualmente por abastecer es la que comprende la colonia Hacienda Grande, la Adolfo López Mateos, barrio de la Magdalena y barrio San Juan, con una población aproximada total de 9780 habitantes por abastecer, incluyéndose aquí los socioeconómicos - medios y bajos con ingresos mensuales de 1,000 pesos en promedio.

Para fines de pagos tarifarios, es aceptable considerar un 5% del ingreso familiar, lo que significa en este caso 50.00 pesos por mes disponible para pago de servicios de agua potable - que incluye el de alcantarillado.

#### Datos Básicos de Proyecto

Población del censo 1970: 7802 habitantes.

Población del proyecto: el estudio realizado para la población de proyecto para el año de 1995, tanto para la población fija - en Tequisquiapan como la población flotante arrojó los siguientes resultados:

Población Fija	37,000
Población Flotante	<u>5,652</u>
Población de Proyecto	42,652

Por otro lado la oficina de Centros de Población de SAHOP efectuó un estudio preliminar de población basado en consideraciones de crecimiento físico de la localidad que efectuó esta empresa obteniendo una población para una proyección media de 42,000 habitantes para 1995, lo que concuerda básicamente con la cifra de proyecto.

Esencialmente el crecimiento físico se fijó primero para saturar los lotes baldíos existentes ya que el estudio de densidades de población presente arrojó datos como sigue:

Presente: Densidad de población residencial	11.64 hab/Ha.
Densidad de población media	61.06 hab/Ha.
Densidad de población popular	24.67 hab/Ha.

Como se observa son densidades más bien bajas, motivo por lo que se procedió como anteriormente se indica.

Para el crecimiento futuro se siguió el criterio de tener las siguientes densidades sugeridas por la Oficina de Centro de Población:

Para 1995: Densidad de población residencial	46.44 hab/Ha.
Densidad de población media	103.79 hab/Ha.
Densidad de popular	115.07 hab/Ha.

Las áreas potenciales de crecimiento fueron discutidas en diversas juntas que se realizaron con el Comité Consultivo,

formado expresamente para estudiar este proyecto. Como resultado de estas juntas se acordó agregar al proyecto un área al Sur de la colonia Adolfo López Mateos con 33 Has. para servir cerca de 990 habitantes (circuito III Zona Alta Pte.) y 1120 habitantes en 22.4 Has. (circuito IV Zona Baja Pte.).

La dotación media considerada al presente resultó de 199.11 litros por habitante y por día como se explica en el capítulo III. La proyección de esta dotación al año 1995 tomando como base los crecimientos anuales anteriores, resultó ser de 250 l/h/d.

Por recomendación de la supervisión, se consideró una dotación específica uniforme para el futuro. Desde luego se estudió debidamente la redensificación de las zonas residencial, media y popular.

El gasto medio anual para el proyecto resulta ser de:

$$Q \text{ medio } \frac{42652 \times 250}{86400} = 123 \text{ l.p.s.}$$

Gasto Máximo Diario.

No fue posible investigar la variación diaria del consumo de agua por falta de datos de la Administración del Sistema Federal de Agua Potable de Tequisquiapan. De acuerdo con la supervisión, se asignó a este proyecto el índice nacional de 1.2.

Por lo tanto el gasto máximo diario es de  $123 \times 1.2 = 148$  l.p.s.

De igual manera no fue posible investigar la variación horaria en el consumo de agua, por lo que se asignó a este proyecto el índice nacional de 1.5 sobre el gasto máximo diario.

Por lo tanto el gasto máximo horario es de  $148 \times 1.5 = 222$  l.p.s.

De los tanques de regularización se alimentan los circuitos principales de las zonas alta y baja, con un flujo equivalente al gasto máximo horario en cada zona.

En la página siguiente se presenta el croquis de funcionamiento de conjunto.

La captación para las nuevas zonas de proyecto se llevará a cabo mediante pozos profundos cuyas características de los equipos de bombeo son las siguientes:

ZONA BAJA PTE.

Pozo No. 1  
Q 48 l.p.s.  
HP 100  
440/220 volts.  
SE 112.5 KVA

ZONA ALTA OTE.

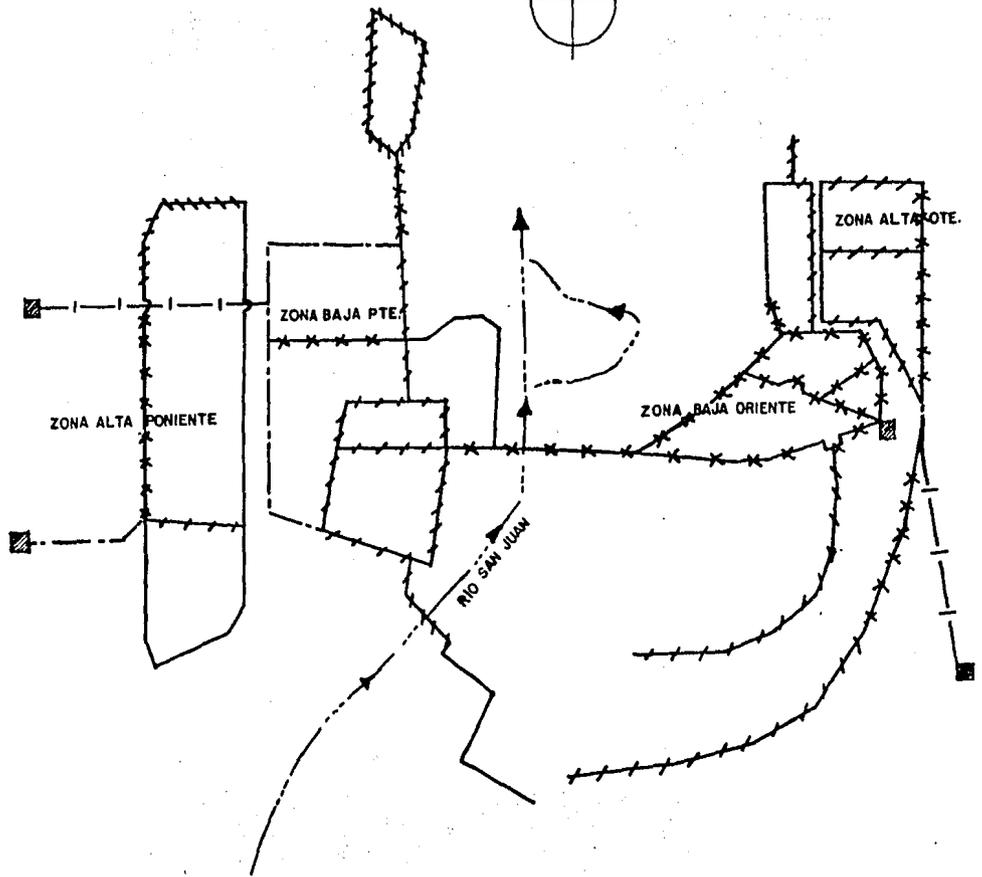
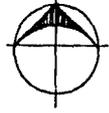
Pozo No. 2  
40 l.p.s.  
60  
440/220 volts.  
75 KVA

ZONA ALTA PTE.

Pozo No. 3  
22 l.p.s.  
35  
440/220 volts.  
60 KVA

El suministro de energía eléctrica proviene de la red de -

NORTE



PRESA EL CENTENARIO

Croquis de Funcionamiento de Conjunto  
RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE

energía eléctrica de Tequisquiapan construída y operada por la Comisión Federal de Electricidad.

Aparte de los equipos de bombeo descritos anteriormente, no se cuenta con otros equipos de bombeo ya que todo el sistema de distribución opera por gravedad con cargas que fluctúan entre 20 y 30 metros. En las casetas de bombeo a los tanques se encuentran proyectados los medidores de gasto junto con las válvulas y piezas especiales.

En cuanto a la potabilización del agua, se tiene como único tratamiento la desinfección a base de cloro, por ser aguas de buena calidad. Los equipos de cloración se instalarán junto a las casetas de operación proyectadas para cada equipo de bombeo y se describen en los planos constructivos correspondientes. Se dosificará el cloro a razón de 2 p.p.m. para conservar en la red un contenido de cloro residual de más o menos 0.4 p.p.m.

La regularización del agua se hará de la siguiente forma: Cada zona contará con su propio tanque de regularización. Por consecuencia cada tanque se localiza aproximadamente 20 m. más alto que la cota máxima correspondiente a cada zona. Los tanques existentes se aprovecharán para dar servicio a la Zona Baja Ote.

Los tanques de proyecto serán superficiales de mampostería de piedra con losas cuadradas de concreto reforzado y con las capacidades indicadas a continuación:

## PARTE ORIENTE

Tanque Zona Alta 600 m<sup>3</sup>  
Tanque Zona Baja 600 m<sup>3</sup>  
(existente)

## PARTE PONIENTE

Tanque Zona Alta 350 m<sup>3</sup>  
Tanque Zona Baja 750 m<sup>3</sup>

Las piezas especiales, válvulas y equipos de medición de gasto se encuentran detallados en los planos respectivos.

Existe una línea de interconexión entre las zonas bajas de las partes Ote. y Pte. Se espera con esto darle mayor elasticidad a la distribución del agua en ambas partes.

La red de distribución se divide en dos zonas: la alta y la baja de manera de evitar presiones excesivas en la parte baja. De acuerdo con la densidad de población futura y la dotación específica, se calcularon los gastos de demanda máxima horaria en cada circuito correspondiente a diversos usos del suelo: residencial, media y popular.

El diámetro mínimo proyectado en circuito primario o principal es de 100 mm. de acuerdo con las especificaciones de proyecto de la DGCSAP y A y en circuitos secundarios es de 75 mm. Salvo en algunos casos en que se encuentran diámetros de 63mm. existentes, esta medida se conserva para evitar al mínimo la interrupción al servicio de la zona y se conecte con nuevas líneas de 63mm.

No se instalarán válvulas contra incendio por no requerirlo el tamaño de la población, de acuerdo con las especificacio-

nes en vigor que señalan que para localidades con población fija menor a 20 mil habitantes no son necesarias.\*

En diámetros de 100 y 75 mm. por recomendación de la supervisión se instalará el sistema de válvulas GPB, con el objeto de disminuir cruceros y válvulas además de tener una mayor economía en las mismas válvulas.

Para diámetros de 300, 250, 200 y 150 mm. se usarán válvulas y piezas especiales normales de fo.fo. Todas las tuberías proyectadas serán de asbesto-cemento en Clase A-5, tomando como base que la carga mínima será de 10m. si hay medidor en la toma domiciliaria, o de 20 m. si no lo hay, y que la carga máxima será de aproximadamente 40 m. y 30 m. para uno y otro caso.

El funcionamiento hidráulico del sistema muestra que toda la red trabaja por gravedad y no existen estaciones de bombeo.

Este sistema tiene la gran ventaja de contar con adecuada presión hidrostática. El gradiente hidráulico fluye de ambas partes altas a la parte baja minimizando en mucho la pérdida por fricción la que a la vez es absorbida por el desnivel topográfico. Esto se refleja en una economía en los diámetros de la tubería, ya que en sistemas de este tipo, con topografía adecuada, las altas pérdidas de fricción deben ser absorbidas por el desnivel topográfico.

\* Ver cita bibliográfica (2).

El abastecimiento será continuo de los tanques a la red y este flujo está calculado para la demanda máxima horaria. El seccionamiento en la red principal está diseñado de manera de aislar 4 o 5 tramos, operando 5 o 6 válvulas de compuerta.

El resumen de diámetros y clase de tubería se indica a continuación:

63 mm. (2½")	6,405 m.l.
75 mm. (3")	21,233 m.l.
100 mm. (4")	6,234 m.l.
150 mm. (6")	10,240 m.l.
200 mm. (8")	3,783 m.l.
250 mm. (10")	2,390 m.l.
300 mm. (12")	1,778 m.l.

Las cantidades son en metros lineales y todas en clase A-5.

El seccionamiento para operación de la red secundaria se efectuó siguiendo el criterio de aislar 4 o 5 tramos cerrando 5 o 6 válvulas.

Todas las piezas especiales como cruz, tee, codos, extremidades, etc. son de fo.fo. y las válvulas de fo.fo. con asiento de bronce, con vástago elevable.

El área beneficiada por el proyecto es esencialmente la misma que ocupa actualmente la localidad de Tequisquiapan que es de 400 Has. aproximadamente, ya que se redensificarán los di

ferentes asentamientos humanos presentes, de manera de tener densidades futuras del orden de 46 Hab/Ha para residencial, 89 Hab/Ha para zona media y 115 Hab/Ha para popular, en el año de 1995.

En general se conectarán alrededor de 859 nuevas tomas domiciliarias, localizadas en el barrio de San Juan, La Magdalena, Col. Hacienda Grande y la colonia López Mateos, para la primera etapa de construcción o inmediata, dando así servicio al 77.5% de la población para 1982. Las tomas serán las especificadas por la subdirección de proyectos. En todas las nuevas tomas se utilizarán 859 medidores tipo 4-C de plástico flexible y fierro galvanizado, incluyendo las zonas populares.

CUADRO No. 13

RESUMEN DE DISTRIBUCION DE POBLACION PARA LA CD. DE TEQUISQUIAPAN, QRO.

TIPO USO SUELO	AREA HAS.	DENSIDAD 1979 HAB/HA.	POBLACION 1979 HAB.	DENSIDAD 1995 HAB/HA.	POBLACION FUTURA 1995 HAB.
RESIDENCIAL	59.01	11.64	687	35.82	2,747
MEDIA	105.88	61.06	6,465	138.90	10,990
POPULAR	<u>251.29</u>	<u>24.67</u>	<u>6,201</u>	<u>100.08</u>	<u>28,915</u>
	416.18	32.08	13,353	102.48	42,652

5.3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO, EMISORES, INTERCEPTORES Y DISPOSICION DE AGUA RESIDUAL.

Actualmente es necesario servir con alcantarillado sanitario al 50% de la población total, es decir a aproximadamente

6,700 habitantes que constituyen la etapa inmediata y que deberá llevarse a cabo simultáneamente con la instalación de agua potable.

En general, el sistema sanitario contará con muy buenas pendientes, dada la topografía de la zona, lo que se reflejará en una economía de los diámetros de atarjeas y subcolectores. Sin embargo, en el misor a la planta, de tratamiento (lagunas) por localizarse en zona baja plana, se restringe en cierta forma la pendiente para tener velocidades mínimas permisibles de 0.60 m/seg. Es en esta zona precisamente, en que se encuentra proyectado el cárcamo de bombeo para elevar las aguas negras al nivel requerido por la laguna, y a su vez, por la descarga del efluente de ésta, al río San Juan. Este efluente descarga al río de acuerdo con la explicación presentada en el inciso 4.3.

El área total de los predios que serán beneficiados con la construcción inmediata del proyecto (1981) se puede considerar de 142 Has. y el área total de los predios que se encuentran beneficiados con el sistema existente es de 101 Has. La tabla de la página siguiente contiene datos resumiendo tanto de agua potable como de alcantarillado. (p.56)

Datos Básicos de Proyecto.

Población censo 1970.	7,802 Hab.	
Población de Proyecto.		
Fija	37,000	
Flotante	5,652	
T O T A L :	42,652	
Dotación Media		250 l/h/d
Aportación Media		200 l/h/d
Sistema		Sanitario

AREA TOTAL DE LOS PREDIOS QUE SE ENCUENTRAN BENEFICIADOS CON EL SISTEMA EXISTENTE Y DE LOS PREDIOS QUE SERAN BENEFICIADOS CON LA CONSTRUCCION INMEDIATA DEL PROYECTO.

COLONIA O FRACCIONAMIENTO	AREA TOTAL HA.	AREA PREDIAL	AGUA POTABLE ACTUAL PREDIAL (1979)	AGUA POTABLE INMEDIATO (1981)	ALCANTARILLADO ACTUAL PREDIAL (1979)	ALCANTARILLADO INMEDIATO 1 9 8 1
Primera.-	59.01	41.3	41.3	0.00	41.3	0.00
Segunda.- A. L. Mateos	36.62	25.63	0.00	25.63	0.00	25.63
Casco Urbano	54.38	38.06	34.26	3.80	34.26	3.80
Col. Hda. Grande	51.25	35.88	0.00	25.12	0.00	25.12
Popular.- Barrio San Juan	84.40	59.08	17.72	29.50	2.0	47.26
Barrio Magdalena	115.64	80.99	32.38	32.38	24.0	40.50
	<u>401.50</u>	<u>280.90</u>	<u>125.66</u>	<u>116.43</u>	<u>101.56</u>	<u>142.31</u>

Fórmula para gasto medio:  $\frac{P \times De}{86,400}$  en l.p.s.

Coefficiente de Previsión:  
para atarjeas y subcolectores

$$Q \text{ máx} = 2.3 \cdot Q \text{ med}$$

para emisor

$$Q \text{ futuro} = 1.5 \cdot Q \text{ máx}$$

Eliminación:

Dos lagunas de estabilización de 5.3 Has, cada una. La primera construcción inmediata (1981). La segunda para condiciones futuras.

Vertido:

Efluente de las lagunas al río San Juan, por gravedad.

Velocidades:

$$\text{Mínima} = 0.60 \text{ m/seg.}$$

$$\text{Máxima} = 3.00 \text{ m/seg.}$$

Gastos:

$$\text{Mínimo} = 50.00 \text{ l.p.s.}$$

$$\text{Medio} = 99.00 \text{ l.p.s.}$$

$$\text{Máximo} = 230.00 \text{ l.p.s.}$$

$$\text{Máximo previsto} = 345.00 \text{ l.p.s.}$$

Red de Atarjeas.

La red de atarjeas cubre totalmente la zona actual de la mancha urbana de la localidad, desde la cota 1910 m.s.n.m. a la cota - 1968 m.s.n.m.

El sistema sanitario proyectado escurre por gravedad en su totalidad, aprovechando las buenas pendientes del terreno, favorables para un sistema con diámetros mínimos. Ninguna de las tuberías trabajará con carga hidráulica, ya que el gradiente hidráulico coincide con la corona del tubo cuando se presentan los gastos máximos de escurrimiento. No se contemplan infiltraciones a las tuberías en virtud de que el nivel freático se encuentra por debajo de los cinco metros de profundidad, excepto en las zonas bajas, en donde es posible que se encuentre este nivel a menos de 3.0 m. Aquí será recomendable que el contratista de la obra ejerza especial cuidado en el junteo de las tuberías de concreto, de manera de evitar al máximo las infiltraciones.

El diámetro mínimo en atarjeas es de 20 cm. de concreto simple con junteo de cemento-arena, de acuerdo a las especificaciones de construcción de la DGCSAP y A de SAHOP. El diámetro y desarrollo es como sigue:

DIAMETRO (cm.)	CANTIDAD (m.)
20	38,420
25	600
30	1,550
38	275
45	3,210
61	2,205
76	290

El colector principal se localiza al borde poniente del río San Juan y tiene una longitud aproximada de 2950 metros. Se denomina colector Tequisquiapan y consta de diámetros que varían desde 25 cms. hasta 61 cms. Tiene su origen a la altura de la calle Paseo La Rivera en el Sur de la ciudad y corre hacia el norte siguiendo una trayectoria que marca la margen izquierda del río.

Se tienen proyectados dos cruces al río San Juan tipo puente canal sobre este colector. Ambos son de 61 cms. de diámetro y con tuberías de acero cédula 20. El cruce No. 2 se ubica a la altura de la prolongación colector "El Relox" con 25 metros de claro aproximadamente y el cruce No. 1 esta a la altura de la colonia Hacienda Grande con 23 mts. de claro.

Este colector se une con otro colector que viene del barrio La Magdalena y forman el emisor de 76 cm. de diámetro el cual corre hacia la planta o cárcamo de bombeo que está localizado al Norte de la ciudad. Este emisor es de clase III de acuerdo con las especificaciones ASTM, de concreto reforzado y tiene una longitud aproximada de 290 metros.

Por considerarse también de importancia debido a su diámetro de 61 cms. se dará aquí una breve descripción del colector Magdalena Norte. Este colector recibe su nombre por su ubicación, corre por el lado Poniente del barrio La Magdalena Norte desde la calle Josefa Ortiz de Domínguez hasta la unión con el

colector Tequisquiapan donde se forma el emisor central. Tiene una longitud aproximada de 1090 metros y recibe las aportaciones del barrio San Juan, Magdalena Sur y Magdalena Norte.

Existen otros colectores de menor diámetro cuyas aportaciones eventualmente van a dar a estos dos colectores.

El colector López Mateos, cuyo nombre indica, dá servicio a la colonia del mismo nombre. Tiene una longitud aproximada de 660 metros y diámetro de 30 cm. Se inicia en la carretera a Ezequiel Montes a la altura de la calle Colegio Militar y corre en dirección Oriente hasta unirse con un colector existente de la calle Fco. I. Madero.

El colector Hacienda Grande, que dá servicio a la colonia del mismo nombre consta de 210 m. de tubería de 30 cm. de diámetro. Este se inicia sobre la prolongación de la calle Fco. I. Madero a unos 100 m. al Sur de la Escuela Primaria 20 de Noviembre y corre hacia el Oriente. Este colector se une con el colector Tequisquiapan a la altura del cruce del río No. 1.

El colector San Juan que dá servicio al barrio del mismo nombre, tiene una longitud de 1775 m. aproximadamente y cuenta con diámetros desde 25 a 45 cms. Se inicia sobre la calle de la Media Luna a la altura de la calle s/n que corre de Norte a Sur y que va a dar directamente a la Escuela Primaria Justo Sie

rra, corre a lo largo del límite del proyecto del barrio San Juan (ver croquis de funcionamiento) describiendo una trayectoria de media luna hasta entroncar nuevamente con la calle de la Media Luna. De aquí sigue el trazo de esta calle hacia el Norte hasta el Paseo de las Canteras donde dobla hacia la izquierda unos 100 m. En este punto vuelve a tomar rumbo Norte hasta llegar a la carretera a Bernal (Av. Juárez Ote.). De este punto sigue la lateral del camino unos 250 m. hacia el Poniente hasta llegar al cruce existente de 45 cm. De aquí en adelante se le cambia de nombre al colector por su ubicación y se conoce como colector Magdalena Sur.

El colector Magdalena Sur, de 45 cm. de diámetro y 700 m. de longitud, atraviesa los fraccionamientos Los Sabinos y Rincónada de Los Patos hasta entroncar con la continuación del mismo o Magdalena Norte (de 61 cm. de diámetro).

El colector trabaja por gravedad con pendiente adecuada para asegurar una velocidad mínima de 0.60 m/seg. para condiciones de gasto mínimo actual, que evite la sedimentación de materia orgánica y consecuentemente los malos olores. Su capacidad de escurrimiento está asegurada para el crecimiento de la localidad más allá del año 1995 puesto que el gasto máximo de 230 l.p.s. se le afectó de un coeficiente de previsión futura del 50%, descarga al cárcamo de aguas negras de donde se bombea a la laguna.

## ESTACION DE BOMBEO,

El cárcamo de bombeo de aguas negras se localiza en la descarga del emisor de 76 cm. de diámetro, antes de las lagunas de estabilización. La cota del terreno del cárcamo es de 1866.70 m.s.n.m.

Las características de los equipos electromecánicos, casetas de operación y cárcamos para operación inmediata son:

1 bomba 30 l.p.s. con motor vertical de 3 HP

2 bombas 50 l.p.s. c/u con motor vertical de 5 HP

c/u para la operación futura:

Mismo equipo anterior más lo siguiente:

2 bombas 50 l.p.s. c/u con motor vertical de 5 HP c/u

Cada bomba acoplada también a motor de gasolina del mismo caballaje del motor eléctrico.

El cárcamo se diseñó para dar servicio a la instalación inmediata (1981) con una bomba de 30 l.p.s. para cubrir las necesidades de gasto medio y una bomba de 50 l.p.s. para cubrir las necesidades de gasto máximo. Habrá un bomba de emergencia -

para el caso de que falle la de 50 l.p.s. Se diseñarán electro niveles para la operación automática en niveles mínimo y máximo, de acuerdo con el período de retención de 30 minutos calculado para el gasto máximo actual. Posteriormente, se reducirá el tiempo de retención a 10 minutos para condiciones de gasto máximo en el año 1995.

En la página siguiente se encuentra un croquis de funcionamiento de conjunto.

#### TRATAMIENTO.

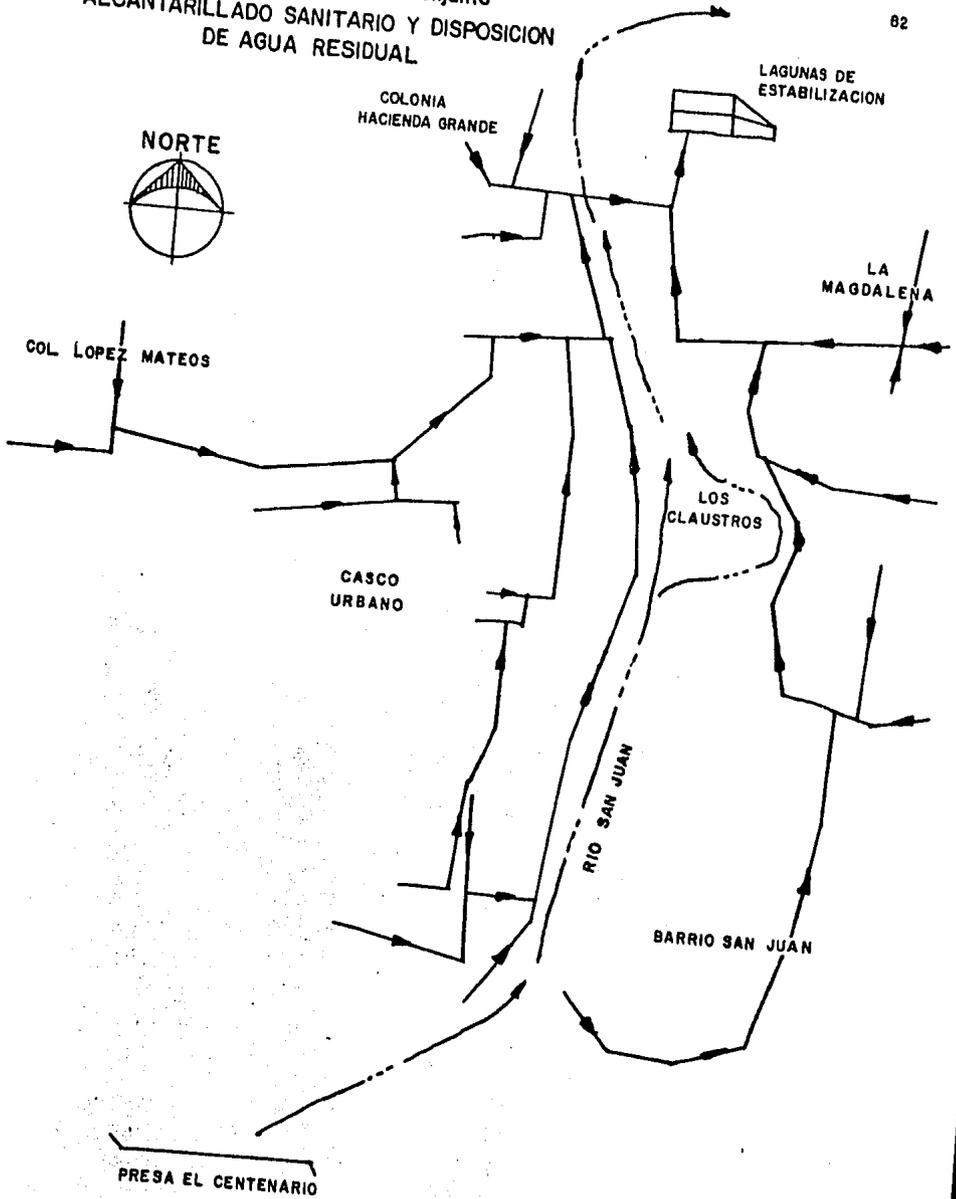
El tratamiento está localizado en la descarga del cárcamo de bombeo de aguas negras en la zona Norte de la localidad y cercana al río San Juan.

#### CUADRO No. 15

##### DATOS DE PROYECTO GENERALES

Población 1979 .....	13,353 hab.
Población de Proyecto (1995) .....	42,652 hab.
Dotación .....	250 l/h/d
Aportación de aguas negras .....	200 l/h/d
Gasto Mínimo .....	49 l.p.s
Gasto Medio .....	99 l.p.s
Gasto Máximo .....	230 l.p.s

Croquis de Funcionamiento del Conjunto  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISPOSICION  
DE AGUA RESIDUAL



Gasto Máximo Previsto .....	345 l.p.s.
Carga Biológica Unitaria .....	0,06 kg/día
Carga Bilógica Total DBO <sub>5</sub> 20°C .....	2560 kg/día
Concentración del influente .....	300 p.p.m.
Sistema .....	Separado
Eliminación de las aguas negras .....	Gravedad
Tratamiento .....	Tanques de estabilización naturales en serie y dos módulos.

#### CUADRO No. 16

#### DATOS METEOROLOGICOS

##### TEMPERATURA MEDIA MENSUAL:

Mes más frío (enero) .....	15.3 °C.
Mes más caliente (mayo) .....	22.7 °C.

##### EVAPORACION:

Mes más frío (enero) .....	112.3 mm.
Mes más caliente (mayo) .....	221.3 mm.

##### PRECIPITACION:

Mes más frío (enero) .....	8.2 mm.
Mes más caliente (mayo) .....	42.8 mm.

Infiltración ..... 10 mm/día

Las aguas negras serán sometidas a un tratamiento a base de tanques de estabilización, diseñados en serie en dos módulos, - siendo uno de construcción inmediata que podrá dar servicio a - una población hasta de 25,000 habitantes.

Cada módulo constará de dos tanques. El efluente de los tan

ques con una concentración máxima de proyecto de 30 p.p.m. será vertido en el río San Juan sin peligro de contaminación del cuerpo receptor.

#### UNIDADES DE TRATAMIENTO.

##### Caja de entrada.

Esta caja que recibirá un caudal de aguas negras proveniente de la ciudad de Tequisquiapan, será común para ambos módulos. Estará provista de dos tuberías de 0.30 m. de diámetro, cada una de las cuales tendrá una deflexión de  $60^\circ$  con respecto a su eje central, 40 m. de longitud y 0 milésimas de pendiente. Ingresará en el fondo del primer tanque, aguas adentro del mismo, donde efectuará su descarga sobre un plato de concreto de forma circular de 2.00 m. de diámetro y 0.10 m. de espesor para prevenir la erosión. La operación de esta caja se hará por medio de compuertas "Miller".

##### Primer Tanque.

El primer tanque de cada módulo será de tipo facultativo, es decir, se llevarán a cabo en forma simultánea los procesos aerobio y anaerobio, este último en el fondo y el primero en la parte superior quedando limitados el uno del otro por una zona de transición.

La superficie de exposición del agua a la atmósfera, del primer tanque será de 3.30 Has. con tirantes de operación máxi-

mo y mínimo de 1.80 m. y 1.50 m. respectivamente y una eficiencia en el tratamiento del 76%.

#### Segundo tanque.

El segundo tanque de cada módulo será también de tipo facultativo, con una superficie de exposición del agua a la atmósfera de 2.00 Ha., con tirantes de operación de 1.60 m. y 1.40 m. con una eficiencia del 97%.

#### Caja de interconexión o de cambio de nivel.

La interconexión entre tanques se llevará a cabo por medio de una "caja tipo" de diseño especial. Esta caja permite el acceso de las aguas tratadas entre dos tanques consecutivos a través de un vertedor de cresta ajustable para variar los niveles de operación de los tanques y una tubería de concreto simple de 0.30 m. de diámetro 20 m. de longitud y cero milésimas de pendiente alojada en el fondo del tanque para que la descarga se produzca en el seno de la masa líquida sobre un plato similar al que se describió en la caja de entrada y con el mismo fin.

#### Caja de salida.

Esta caja será del tipo de la de interconexión o de cambio de nivel. La única diferencia estriba en su designación en virtud de tratarse de una unidad a través de la cual se canalizará el efluente del tratamiento.

A continuación se muestran las características de los tanques:

CUADRO No. 17

CONCEPTO	1er. TANQUE	2° TANQUE
Tirante máximo (m)	1.80	1.60
Tirante mínimo (m)	1.50	1.40
Area a nivel máximo (Ha)	3.30	2.00
Area a nivel mínimo (Ha)	3.24	1.95
Area del fondo (Ha)	2.90	1.70
Volúmen a nivel máximo (m <sup>3</sup> )	55,800	32,400
Volúmen a nivel mínimo (m <sup>3</sup> )	46,050	25,500
<u>EVAPORACION.</u>		
Invierno (m <sup>3</sup> /día)	120	72
Verano (m <sup>3</sup> /día)	231	143
<u>PRECIPITACION.</u>		
Invierno (m <sup>3</sup> /día)	9	5
Verano (m <sup>3</sup> /día)	45	28
Infiltración (m <sup>3</sup> /día)	290	170
<u>CARGA BIOLÓGICA DBO<sub>5</sub> 20°C.</u>		
Influente (kg/día)	1280	311
Efluente (kg/día)	311	112
Retención (kg/día)	969	199
Carga Superficial (kg/Ha/día)	294	100
<u>CONCENTRACION DEL CAUDAL</u>		
<u>DBO<sub>5</sub> 20°C.</u>		
Influente (p.p.m.)	300	79
Efluente (p.p.m.)	79	30
Eficiencia (%)	76	65
Eficiencia en la serie (%)		97

Tiempos de retención.

Máximo (días)	14	9
Mínimo (días)	12	7

---

## Descargas Domiciliarias.

Se proyectarán las descargas domiciliarias para construcción inmediata (1981) principalmente en la colonia López Mateos, parte del casco urbano (10%), el 70% de la colonia Hacienda Grande, el 80% del barrio San Juan y el 50% en el barrio La Magdalena.

El tipo de descarga es sanitaria exclusivamente proveniente de baños y cocinas. El escurrimiento es por gravedad con una pendiente del 2% y con diámetro de 15 cms., de slant y codo de 45° de concreto simple.

Se estiman aproximadamente 1142 conexiones de albañal para la primera etapa de construcción en 1981, y aproximadamente 3987 descargas más para el año de 1995. En la siguiente página se muestra el programa de instalación de descargas domiciliarias.

CUADRO No. 18  
METAS EN % DE POBLACION SERVIDA EN ALCANTARILLADO

AÑO	POBLACION EN MILES	No. DESCARGAS DOM. (MILES)			POBLACION SERVIDA MILES	% POBLACION SERVIDA
		BASICAS	ADICIONALES ANUALES	TOTAL ACUMULADAS		
1979	13.353	1143		1143	6.858	51.36
1980	16.973	1143	443	1586	9.518	56.08
1981	18.236	1586	264	1850	11.100	60.87
1982	19.593	1850	294	2144	12.863	65.65
1983	21.052	2144	327	2471	14.827	70.43
1984	22.618	2471	365	2836	17.013	75.22
1985	24.302	2836	404	3240	19.44	80.00
1986	25.841	3240	205	3445	20.673	80.00
1987	27.477	3445	219	3664	21.982	80.00
1988	29.217	3664	232	3896	23.374	80.00
1989	31.067	3896	246	4142	24.854	80.00
1990	33.034	4142	263	4405	26.427	80.00
1991	34.766	4405	230	4635	27.813	80.00
1992	36.589	4635	244	4879	29.271	80.00
1993	38.508	4879	255	5134	30.806	80.00
1994	40.527	5134	270	5404	32.422	80.00
1995	42.652	5404	283	5687	34.122	80.00

## CUADRO PRODUCCION-CONSUMO-POBLACION Y METAS EN % DE POBLACION SERVIDA EN AGUA POTABLE

AÑO	POBLACION MILES	% POBLACION SERVIDA	POBLACION SERVIDA MILES	No. TOMAS	CONSUMO M <sup>3</sup> TOMA MENSUAL	CONSUMO ANUAL MILLONE M <sup>3</sup>	AGUA NO CONTABILIZADA EN %	VOLUMEN PRODUCCION MILLONES M <sup>3</sup> ANUALES	PRODUCCION LTS/HAB/DIA	CAPACIDAD INSTALADA EN L.P.S.
1979	13.353	70.10	9.360	1560	45	0.8424	40.0	1.404	410.96	33
1980	16.973	72.50	12.305	2051	45	1.1075	39.0	1.816	404.25	125
1981	18.236	77.50	14.133	2355	45	1.2717	38.0	2.051	397.62	125
1982	19.593	82.50	16.164	2694	45	1.4547	36.0	2.273	385.27	125
1983	21.052	85.00	17.894	2982	45	1.6103	34.0	2.440	373.56	125
1984	22.618	87.50	19.791	3298	45	1.7809	32.0	2.619	362.56	125
1985	24.302	90.00	21.872	3645	45	1.9683	30.0	2.812	352.22	125
1986	25.841	90.00	23.257	3876	45	2.0930	30.0	2.990	352.24	125
1987	27.477	90.00	24.729	4122	45	2.2259	30.0	3.180	352.29	125
1988	29.217	90.00	26.295	4383	45	2.3668	30.0	3.381	352.29	143
1989	31.067	90.00	27.960	4660	45	2.5164	30.0	3.595	352.25	143
1990	33.034	90.00	29.731	4955	45	2.6757	30.0	3.822	352.24	143
1991	34.766	90.00	31.289	5215	45	2.8161	30.0	4.023	352.26	143
1992	36.589	90.00	32.930	5488	45	2.9635	30.0	4.234	352.23	143
1993	38.508	90.00	34.657	5776	45	3.1190	30.0	4.456	352.24	143
1994	40.527	90.00	36.474	6079	45	3.2827	30.0	4.689	352.25	143
1995	42.652	90.00	38.387	6398	45	3.4549	30.0	4.936	352.26	143

## INDICES TECNICOS DEL CONTROL DE LA ADMINISTRACION Y OPERACION

AÑO	POBLACION MILES	POBLACION SERVIDA %	NUM. DE CONEXIONES				VOLUMEN VENDIDO (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ./AÑOS.)		AGUA NO CONTABILIZADA (%)	PRODUCCION TOTAL (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /AÑO)	PRODUCCION Lts/Hab/Día	POBLACION SERVIDA ALCANTARIADO (%)	NUMEROS DE CONEXIONES ALCANTARIADO
			CON MEDIDOR	SIN MEDIDOR	CON MEDIDOR	SIN MEDIDOR							
1979	13.353	70.00	1560		0.8424		40.0	1.40	410.96	51.30	1142		
1980	16.973	72.50	2051		1.10754		39.0	1.82	404.25	56.08	1586		
1981	18.236	77.50	2355		1.2717		38.0	2.05	397.62	60.87	1850		
1982	19.593	82.50	2694		1.4547		36.0	2.27	385.27	65.65	2144		
1983	21.052	85.00	2982		1.6103		34.0	2.44	373.56	70.43	2471		
1984	22.618	87.50	3298		1.7809		32.0	2.62	362.56	75.22	2836		
1985	24.302	90.00	3645		1.9683		30.0	2.81	352.22	80.00	3240		
1986	25.841	90.00	3876		2.0930		30.0	2.99	352.24	80.00	3445		
1987	27.477	90.00	4122		2.2259		30.0	3.18	352.29	80.00	3664		
1988	29.217	90.00	4383		2.3668		30.0	3.38	352.29	80.00	3896		
1989	31.067	90.00	4660		2.5164		30.0	3.60	352.25	80.00	4142		
1990	33.034	90.00	4955		2.6757		30.0	3.82	352.24	80.00	4405		
1991	34.766	90.00	5215		2.8161		30.0	4.02	352.26	80.00	4635		
1992	36.589	90.00	5488		2.9635		30.0	4.23	352.23	80.00	4879		
1993	38.508	90.00	5776		3.1190		30.0	4.46	352.24	80.00	5134		
1994	40.527	90.00	6079		3.2827		30.0	4.69	352.25	80.00	5404		
1995	42.652	90.00	6398		3.4549		30.0	4.94	352.26	80.00	5687		

CUADRO No. 21

PROYECCION ANUAL DE CONSUMO DE PRODUCTOS QUIMICOS.

AÑO	PRODUCCION MILLONES <sub>3</sub> DE M <sup>3</sup>	C I O R O			H. DE S O D I O			
		CONSUMO ANUAL (TON.)	PRECIO \$/Kg.	COSTO ANUAL MILES	CONSUMO ANUAL (TON.)	PRECIO Kg.	COSTO ANUAL M I L E S	COSTO TOTAL MILES
1979	1.067040	0.9125	11.02	11.863				11.863
1980	1.597760	1.721	13.00	22.373				22.373
1981	2.106871	2.528	15.34	38.779				38.779
1982	2.376844	2.856	18.10	51.694				51.694
1983	2.578909	3.096	21.36	66.131				66.131
1984	2.780206	3.336	25.20	84.067				84.067
1985	2.980800	3.576	29.74	106.350				106.350
1986	3.164901	3.792	35.09	133.061				133.061
1987	3.348771	4.020	41.41	166.468				166.468
1988	3.532371	4.236	48.86	206.971				206.971
1989	3.715971	4.452	57.66	256.702				256.702
1990	3.899500	4.680	68.04	318.427				318.427
1991	4.107086	4.932	80.29	395.990				395.990
1992	4.313828	5.172	94.74	489.995				489.995
1993	4.521343	5.424	111.79	606.349				606.349
1994	4.728086	5.676	131.91	748.721				748.721
1995	4.935600	5.922	155.66	921.818				921.818

CUADRO ANUAL DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

AÑO	GASTO MEDIO DIARIO	POZOS	BOMBEO S	TOTAL	K. W. H. ANUALES	K. W. H. COSTO	IMPORTE ANUAL
	L. P. S.	H. P.	H. P.	H. P.	(MILES)	\$	(MILES)
1979	33.58	80		80	522.586	1.09	569.619
1980	129.79	305		305	883.280	1.29	1139.431
1981	129.79	305		305	998.671	1.52	1517.980
1982	129.79	305		305	1106.590	1.80	1991.863
1983	129.79	305		305	1187.945	2.12	2518.444
1984	129.79	305		305	1275.111	2.50	3187.778
1985	129.79	305		305	1368.918	2.95	4038.309
1986	129.79	305		305	1455.254	3.48	4292.999
1987	129.79	305		305	1548.231	4.11	6363.228
1988	143.00	380		380	1861.715	4.85	9029.316
1989	143.00	380		380	1978.589	5.72	11317.529
1990	143.00	380		380	2103.738	6.75	14200.228
1991	143.00	380		380	2214.406	7.97	17648.817
1992	143.00	380		380	2330.246	9.40	21904.314
1993	143.00	380		380	2452.292	11.09	27195.917
1994	143.00	380		380	2181.578	13.09	33792.851
1995	142.00	380		380	2717.069	15.45	11978.717

**CAPITULO VI**

## VI. EVALUACION FINANCIERA.

### 6.1. Financiamiento e Implementación del Proyecto.

Este proyecto que incluye la ampliación y rehabilitación de los sistemas de agua potable y alcantarillado así como el tratamiento de las aguas negras procedentes del sistema sanitario, tiene un costo aproximado total para las tres etapas de construcción, de 107 millones de pesos. Será financiado en su primera etapa en un 30% por FIFAPA\* ya que será una inversión totalmente recuperable a 15 años con tasa de interés del 9% anual, como se demuestra más adelante. El pago de la deuda será en su totalidad por los usuarios del sistema y se considerón no necesaria aportación alguna del gobierno federal local.

Las entidades o los organismos operadores responsables de la implementación del proyecto son, en primer lugar, la Residencia General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, con sede en Querétaro, Qro. y con influencia en todo el Estado de Querétaro.

Se estima que SAHOP a través de su Residencia General de Construcción en Querétaro, tiene capacidad adecuada para la supervisión de la construcción de este proyecto en Tequisquiapan, puesto que el personal clave de la Residencia tiene amplia experiencia en estos trabajos. Es posible sin embargo, que sea necesario aumentar el personal técnico-administrativo y de campo, ya que se están implementando otros proyectos en el mismo Esta-

\* Fondo Internacional de Fomento para Agua Potable y Alcantarillado.

do de Querétaro.

A continuación se presenta un diagrama de construcción del proyecto; y se indica que será necesario incrementar el personal del organismo operador (Sistema Federal de Agua Potable de Tequisquiapan, Qro.) dependientes de la Dirección General de Operación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la SAHOP como sigue:

CUADRO No. 23

PRESENTE	ETAPA INMEDIATA	2a. ETAPA	3a. ETAPA
Residencia General de Operación de Sist. de A.P. y A., Qro.	ENERO 1982	ENERO 1988	ENERO 1995
Centro SAHOP			
Administrador			
Secretario y Cajero	2 Lecturistas	1 Contador	1 Contador
1 Lectorista	2 Fontaneros	2 Cajeros	3 Cajeros
2 Operadores		3 Lecturistas.	3 Lecturistas.
1 Fontanero		3 Operadores.	4 Operadores.
		2 Fontaneros.	3 Fontaneros.

Se estima que el proyecto incrementará el empleo en la localidad. Además del personal administrativo y de campo indicado anteriormente, se crearán los concernientes a personal técnico y administrativo en el Centro SAHOP, para la supervisión en la ope

ración.

Por el lado de la construcción se beneficiarán principalmente al estrato socioeconómico bajo de la localidad para trabajos de excavación, movimiento de tierras, albañilería, carpintería, por lo que se crearán empleos de aproximadamente un año de duración, en cada una de las tres etapas de construcción que se han considerado para la ejecución total del proyecto.

## CUADRO No. 24

## DIAGRAMA DE CONSTRUCCION

Concepto	Etapa inmediata. Enero 1982	2a. Etapa Enero 1988	3a. Etapa Enero 1995
Agua Potable			
Perforación de 3 pozos profundos. Instalar 3 bombas con un total de 242 H.P.	*****		
Construcción de 3 casetas de bombeo con elevador, toma de fuerza e instalación eléctrica.	*****		
Construcción de 3 tanques de almacenamiento.	*****		
Tendido y junteo de tubería - de A.C. de 300 , 250 y 200 mm de diámetro.	*****		
De 60 mm a 300 mm de diámetro con toma domiciliaria.	*****	*****	*****
Piezas especiales, válvulas y accesorios.	*****	*****	*****
Alcantarillado			
Construcción de lagunas de estabilización.	*****		*****
Construcción cárcamo de bombeo.	*****		
Instalación 130 H.P. en bombas.	*****		
Instalación 100 H.P. en bombas.			*****
Construcción emisor de 76 cm. diámetro.	*****		
Construcción atarjeas y subcolectores con pozos de visita y conexiones de albañal.	*****	*****	*****

Los préstamos a través del FIFAPA se efectuarán al 9% anual a 15 años de plazo con un año de gracia, con el siguiente calendario de desembolso.

Etapa Inmediata Enero 1982	Segunda Etapa Enero 1988	Tercera Etapa Enero 1995
23'169,778.14	00,00 millones	00,00 millones

Todas las obras objeto de este proyecto, serán licitadas por la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de SAHOP.

#### 6.2. Análisis Financiero, Resultados Financieros Pasados, Ingresos, Plan Financiero y Finanzas Futuras.

Se anexan al final del capítulo los datos que se obtuvieron con muchas limitaciones, sobre los estados financieros del organismo operador.

No se tienen datos oficiales sobre resultados financieros pasados, pero se sabe extraoficialmente que han evolucionado satisfactoriamente, no existiendo déficit alguno, al menos durante los últimos cinco años.

La principal fuente de ingresos del organismo operador, es la facturación por consumo de agua. Se tiene una aportación del municipio del orden de 2.8% del ingreso por facturación. A pesar de que existe un promedio de 20% de agua no contabilizada en los últimos cinco años, el organismo operador ha efectuado buenos es

fuerzos por disminuir cada año este concepto, como se puede observar en la tabla siguiente.

CUADRO No. 25

## RELACION DE AGUA NO CONTABILIZADA

	1975	1976	1977	1978	1979
M <sup>3</sup> bombeados.	485,132	590,830	586,075	631,796	679,305
M <sup>3</sup> facturados	307,004	447,280	510,000	548,939	561,420
Ingresos promedio anual.	\$ 885,000	1'295,000	1'465,000	1'580,000	1'620,904
M <sup>3</sup> no contabilizados.	178,128	143,550	75,775	82,857	117,885
Pérdidas (%)	36.72	24.30	12.93	13.11	17.35

La tarifa que se aplica es del tipo diferencial, al final se anexan tarifas actuales para uso doméstico, comercial e industrial. Esta tarifa tiene vigor desde 1975-1976 y no se tienen fechas de los últimos tres aumentos tarifarios, pero se efectuarán cada cinco o seis años, aumentándolas de acuerdo con el incremento en el ingreso familiar por conexión.

Es así como en la actualidad se tiene una cuota promedio de tarifa de \$ 1'039.04 por toma y por año en las 1,560 tomas instaladas. Indudablemente es alta si se toma en cuenta que el 70.7% de la Población Económica Activa (PEA) tiene ingresos de 200 a 999 pesos mensuales, o sea alrededor de 3,700 personas, pero es-

tos son los que precisamente en la actualidad no tienen servicio de agua, y quienes al incorporarse al sistema en proyecto, ejercerán un consumo de agua restringido, reducido a la tarifa mínima de 24 o 50 pesos al mes, es decir de 287 a 600 pesos al año - por conexión en promedio para un consumo de 10 a 20 metros cúbicos al mes, desde luego que el 29,3% restante de la PEA estará en posibilidad de efectuar sus pagos de acuerdo con la tarifa diferencial vigente, como lo demuestra el hecho que se recaudan actualmente \$ 1,039.04 por año.

Esta tarifa incluye servicio de agua y alcantarillado y hasta la fecha no hay conocimiento de resistencia al pago de las facturas presentadas.

En el futuro, para la primera, segunda y tercera etapas será necesario modificar la tarifa actual, haciendo un estudio tarifario adecuado a las circunstancias. Al firmar el contrato de financiamiento con FIFAPA se puede aplicar la nueva tarifa, según indica el análisis financiero.

#### PLAN FINANCIERO.

El plan financiero se basa en los siguientes puntos:

- a) Son tres etapas de construcción. En la 1a. etapa el 70% de la inversión proviene de los correspondientes usuarios y el otro 30% de FIFAPA; para la 2a. y 3a etapas, la inversión queda cubierta por los usuarios correspondientes y no es neces-

rio inversión alguna por parte de FIFAPA,

b) El préstamo es a 15 años con el 9% sobre saldos insolutos.

El movimiento del fondo para ampliación de ambos sistemas - se basa en que del ingreso para pago de la deuda (columna 4) se deduce la amortización (columnas 5 y 6) y el costo anual total - de operación y mantenimiento (columna 9) para obtener la columna once. La 12 es la columna 14 para el año anterior, más la columna 11. La columna 13 considera que el ingreso anual al fondo para ampliación (fondo revolvente) en promedio sólo ganará interés de medio año; así la suma del renglón correspondiente al año anterior de la columna 14 y la mitad de la cantidad en el renglón del año considerado de la columna 11 se multiplica por 0.09 y obtendremos el interés bancario.

Se observa que un sistema de agua potable y alcantarillado, puede llegar a financiar por si mismo otra etapa de proyecto hasta para el año 2010.

Notas: (de la tabla del plan financiero)

1) Tarifa promedio actual (1979)

$$\frac{\$ 1'620,904.35}{1560 \text{ tomas}} = \$ 1,039/\text{toma} \times \text{año. Establecida en 1976.}$$

Nueva tarifa para el proyecto a partir del 1° de enero de 1982 o sea 6 años, se consideró un incremento del 10% anual, es decir incremento en 77%.

\$ 1,039 x 1.771561 = \$ 1,840.65 por toma y conexión.

Las 1560 tomas actuales pagarán la nueva tarifa de \$ 1,840.65 por toma y por año. Las nuevas 1,479 tomas por instalar en la primera etapa, se supone están localizadas en las zonas con ingresos entre 200.00 y 999.00 pesos al mes. Aquí el consumo de agua se restringirá a un mínimo de manera que no se excedan los 20 m<sup>3</sup> mensuales, que con la nueva tarifa de:

0 - 10 m <sup>3</sup>	\$ 36.00
11 - 20 m <sup>3</sup>	3.75/m <sup>3</sup>

equivalente a \$ 73.50 ó \$ 882.00 al año. Es decir un 49% de la población (PEA) pagará esta tarifa y el 51% restante la de \$ 1,840.65.

2) Tarifa promedio a partir del 1° de enero de 1989, 5% anual

$$e^{(\ln 1.05) \times 7} = 1.4071$$

$$1,840.65 \times 1.4071 = \$ 2,589.98 \text{ por toma y conexión}$$

$$\$ 73.50 \times 1.4071 = \$ 103.42/\text{mes} = \$ 1,242/\text{año}$$

3) Tarifa promedio a partir del 1° de enero de 1996, 5% anual.

$$e^{(\ln 1.05) \times 7} = 1.4071$$

$$2,589.98 \times 1.4071 = \$ 3,644.36 \text{ por toma y conexión}$$

$$\$ 1,241.04 \times 1.4071 = \$ 1,746/\text{año}$$

En esta forma, la columna (4) ingreso para pago deuda, de la tabla del plan financiero, se forma como sigue:

## CUADRO No. 26

## OBTENCION DE LA COLUMNA 4 DE LA TABLA DEL PLAN FINANCIERO

AÑO	INGRESO PARA PAGO DEUDA	AÑO	INGRESO PARA PAGO DEUDA
1	1'620,840.00	10	2537 x 1241.04 3'148,518.48
2	1'620,840.00		2641 x 2589.98 <u>6'840,137.18</u>
3	1'411,200.00		T O T A L : 9'988,655.66
	1665 x 1,840.65 <u>3'064,682.25</u>		
	T O T A L : 4'475,882.25	11	2698 x 1241.04 3'348,325.92
4	1719 x 882 1'516,158.00		2808 x 2589.98 <u>7'272,663.84</u>
	1790 x 1,840.65 <u>3'294,763.50</u>		T O T A L : 10'620,989.76
	T O T A L : 4'810,921.50	12	2839 x 1241.04 3'523,312.56
5	1847 x 882 1'629,054.00		2955 x 2589.98 <u>7'653,390.90</u>
	1923 x 1,840.65 <u>3'539,569.95</u>		T O T A L : 11'176,703.46
	T O T A L : 5'168,623.95	13	2988 x 1241.04 3'708,227.52
6	1984 x 882 1'749,888.00		3110 x 2589.98 <u>8'054,837.80</u>
	2066 x 1,840.65 <u>3'802,782.90</u>		T O T A L : 11'763,065.32
	T O T A L : 5'552,670.90	14	3145 x 1241.04 3'903,070.80
7	2110 x 882 1'861,020.00		3273 x 2589.98 <u>8'054,837.84</u>
	2197 x 1,840.65 <u>4'043,908.05</u>		T O T A L : 12'380,075.34
	T O T A L : 5'904,928.05	15	3309 x 1241.04 4'106,601.36
8	2244 x 880 1'974,720.00		3445 x 2589.98 <u>8'922,481.10</u>
	2335 x 1,840.65 <u>4'297,917.75</u>		T O T A L : 13'029,082.46
	T O T A L : 6'272,637.75	16	3483 x 1241.04 4'322,542.32
9	2386 x 880 2'099,680.00		3626 x 2589.98 <u>9'391,267.48</u>
	2483 x 1,840.65 <u>4'570,333.95</u>		T O T A L : 13'713,809.80
		17	3666 x 1746.27 6'401,825.82
			3815 x 3644.36 <u>13'903,233.40</u>
			T O T A L : 20'305,059.22

- 4) Inversión inmediata = \$ 77'232,593,80  
 Aporte comunidad = \$ 54,062,815.66 (19,593 - 9,200 = 10,393 habitantes en un año).  
 Préstamo FIFAPA = \$ 23'169,778.14 (30%) a 15 años al 9% anual.  
 $0.240587 \times 23'169,778.14 = 2'874,412.56$  con 1 año de gracia.
- 5) Para la construcción de la segunda etapa, con una inversión total de \$ 17'203,980.68 el préstamo de FIFAPA se considera de 0.00%. La comunidad (31,067 - 19,593 = 11,474 habitantes) aporta el 100% en un año.
- 6) Para la construcción de la tercera etapa, la inversión total de \$ 12'592,534.33 será hecha por los usuarios (42,652 - 31067 = 11,585 habitantes) en un año.
- 7) Este valor negativo se balancea con la posible existencia en caja.

En la tabla del plan financiero se presentan las finanzas futuras (ver hoja siguiente).

Esencialmente los reportes que el organismo operador deberá dirigir a FIFAPA y/o a la SAHOP, son los siguientes:

- a) Tarifa vigente
- b) Número de conexiones cada fin de año
- c) Costo anual de operación de ambos sistemas
- d) Existencia en bancos, al año anterior

\*\*\*\*\* PLAN FINANCIERO \*\*\*\*\*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AÑO	POBLACION	NÚMERO DE CONDICIONES	INGRESO PARA PAGO DECSA	AMORTIZACION INT YS (%)	AMORTIZACION CAPITAL	COSTO AGUA POTABLE	ANUAL DE ALCANTARILLADO	OPERACION TOTAL	LICUACION PRESTAMO	NOVIENOS ANUAL	DEL FONDO PARA APLICACION ACUMULADO	INTERES YS TOTAL	DESCRIPCIONES	
1980	16,773	3019												ENERO 1980
1981	16,234	3265												PERIODO CONSTRUCCION
1982	17,013	3509	4475802.25	2003296.03	709136.75	1296635.00	021016.00	2117631.00	2230641.29	-516195.54	-516195.54	-27276.25	-539113.09	
1983	21,052	3770	4810771.50	2014237.72	846139.04	1325195.54	039509.90	3194005.44	2120482.32	-257500.75	-796994.63	-60138.50	-827153.02	
1984	22,610	4050	5168622.95	1936803.41	937373.50	1374356.12	061663.00	2270519.92	20502906.94	22607.24	-823445.77	-76076.05	-999521.02	
1985	24,362	4307	5527616.90	1852461.01	1021954.90	1413216.60	032373.70	2346954.30	19560953.96	331299.75	-570222.09	-66196.60	-645170.56	
1986	25,041	4519	5904925.05	1760405.04	1113330.93	1452637.24	071311.60	24253309.04	10417023.03	607122.62	-30048.14	-50764.04	-60792.90	
1987	27,077	4849	6272637.25	1660232.07	1201010.71	1490937.00	1000092.50	2499925.50	12227030.32	090397.66	029604.60	3426.53	863041.21	
1988	29,217	5170	6670413.95	1550953.65	1321661.34	1529790.36	1046459.40	2576257.76	15909376.96	1210339.40	2003100.61	132165.90	2132796.50	2a ETAPA CONSTRUCCION
1989	31,067	5506	9980225.66	1431043.93	1412572.86	1566500.29	1061640.60	2627940.97	16404904.12	6106297.70	670294.49	401305.10	7103299.59	
1990	33,034	5794	10429999.76	1302012.37	1372104.62	1603207.22	1076021.96	2679626.10	12094399.70	5066940.79	12170340.39	867310.66	15032667.05	
1991	34,766	6090	11170332.46	1160495.97	1310920.01	1629404.13	1091603.24	2721507.29	11100470.09	2570979.20	10400446.33	1421004.10	20032730.43	
1992	36,509	6418	11763065.32	1064243.10	1301123.69	1676666.00	1106304.52	2782990.60	932205.20	6105637.93	26120309.36	2077706.52	20216000.71	
1993	38,300	6754	12300075.34	930107.47	2050309.32	1713360.61	1121363.00	2824673.01	7375995.00	6670984.74	31000703.63	2021642.50	27226113.75	
1994	40,527	7109	13079002.66	820022.63	2210377.10	1750009.94	1136367.00	2884357.02	5054108.72	7268500.65	4195024.60	2722670.21	40715002.71	
1995	42,832	7461	13713009.00	625077.69	2419339.10	1786711.07	1151329.36	2930040.23	2670709.62	7901532.70	36610023.49	476016.12	61250994.61	3a ETAPA CONSTRUCCION
1996	44,003		20302029.72	232337.17	2637079.62	1822413.00	1166309.64	2909722.10		100	16440910.99	7379910.60	6122150.60	81922061.20

Además de estos datos, se deberán reportar consumo de agua, volúmen medido, volúmen vendido y población total abastecida. - Un dato adicional muy necesario es la producción de agua en un día, por hora, durante diferentes días y diferentes meses del año, ya que de este dato se derivan principalmente los índices de variación horaria y diaria, esenciales para el proyecto de ambos sistemas y que no fueron proporcionados por el organismo operador.

### 6.3. Análisis Económico y Social.

#### 6.3.1. Beneficios del proyecto.

- 1.- Se beneficiará la población. Actualmente hay servicio de agua para 9,200 habitantes. La primera etapa de 1982 beneficiará a un total de 29,217 habitantes y la tercera en enero de 1995 beneficiará a 42,652 habitantes en total. Los servicios de agua potable y alcantarillado cubrirán el 100% de la población.
- 2.- Se beneficia el suelo de la población. Con la introducción de agua potable y alcantarillado en zonas de estratos más debiles, se incrementará la calidad de la vivienda, existirán mejores condiciones en la higiene y en la salud pública y por lo mismo se mejorará la urbanización en todos aspectos.
- 3.- Como se mencionó anteriormente, con las obras de ampliación

y rehabilitación de los sistemas de agua potable y alcantarillado se crearán empleos en las tres etapas de construcción por lo menos durante el año en que se desarrollen las obras, en lo concerniente a trabajadores con ingresos menores. Además se crearán empleos en las oficinas administrativas de SAHOP en la localidad y en Querétaro, que a su vez requerirán la creación de otros empleos en oficinas centrales.

4.- El aspecto turístico recibirá un importante beneficio por la construcción de los sistemas, ya que también se construirán más hoteles y casas de huéspedes para abastecer la demanda de alojamiento, lo que mejorará los servicios turísticos y de distracción como son los balnearios y deportes.

5.- La plusvalía de la propiedad se incrementará notablemente con la ampliación, introducción y rehabilitación de los sistemas de agua potable y alcantarillado. Esto representará mejores ingresos por concepto de impuestos a la localidad y al estado, que así mismo tenderán a incrementar el desarrollo económico de Tequisquiapan.

6.- El saneamiento del río San Juan se asegura al impedir la descarga de aguas negras al mismo, no tanto porque se disminuye la demanda bioquímica de oxígeno en la corriente, de por sí baja debido a la dilución, sino porque se evitará la acumulación de lodos en el fondo, que a la larga vendría a perjudicar indudablemente la ecología acuática de la corriente. Su

mando esto al control de la disposición de los desechos sólidos en las márgenes de la corriente, indudablemente se mejorará la ecología urbana en Tequisquiapan.

7.- El organismo operador con la experiencia adquirida en los últimos seis años se encuentra en estado favorable para asumir nuevas y mayores responsabilidades con la ampliación y rehabilitación de los sistemas de agua potable y alcantarillado, siendo necesario desde luego reforzar los cuadros de su personal administrativo y de campo, para desarrollar la eficiencia y el control necesarios motivados por las nuevas obras.

#### 6.3.2. Solución de mínimo costo.

En los anteproyectos de la red de agua potable se estudiaron tres alternativas que involucran un cierto número de circuitos principales. Así mismo se consideró también que el sistema iba a operar como un solo, con válvulas reductoras de presión para evitar presiones excesivas en las zonas bajas.

El estudio de estas alternativas llevó a considerar la óptima alternativa representativa del mínimo desarrollo de tubería o circuitos principales, y dado que la topografía de la localidad se presta a aprovechar los desniveles para compensar las pérdidas por fricción en las líneas, los diámetros resultantes fueron los más económicos.

El costo de ambos sistemas ha sido fijado tomando el catálogo de precios unitarios de la Dirección de Construcción, Departamento de Precios Unitarios, de la DGCSAP y A de 1980, tarifa "J".

### 6.3.3. Tasa de retorno.

De los datos disponibles se obtiene lo siguiente:

Ingresos totales 1979	I.T. = \$ 1'620,904.35
	T.C.O. = 612,546.42
	U.A.D. IT - TCO = 1'008,357.93

Como no se conoce la depreciación, se supone  $D = 7.5\%$

$U.A.D. = 0.075 \times 1'008,375.93 = \$ 75,626.84$

y la utilidad antes del interés

$U.A.I. = U.A.D. - D = \$ 932,731.09/\text{año}$

La base de la tasa de retorno, B.T.R.:

$$B.T.R. = \frac{(AFN)1 + (AFN)2}{2} - \frac{(CRN)1 + (CRN)2}{2}$$

Se tienen los siguientes datos:

Activo fijo neto al principio de año	(AFN)1 = \$ 196,794.23
Activo fijo neto al fin de año	(AFN)2 = 118,786.37
Contribución revaluada neta a principio de año	(CRN)1 = 45,937.13
Contribución revaluada neta a fin de año	(CRN)2 = 00.00

$$B.T.R. = (\$ 196,794.23 + 118,786.37)/2 - (45,937.13 + 00,00)/2 - \\ 157,790.30 - 22,968.56 = \$ 134,821.73$$

por lo tanto la tasa de retorno para 1979 resulta de :

$$T.R. = (932,731.09/134,821.73) \times 100 = 691.8\%$$

Para el período de proyección de 15 años y en la etapa inmediata de inversión que se inicia el 1° de enero de 1982 con un total de \$ 77.8 millones de pesos se considera que \$ 61.79 millones son de activo fijo (ver datos de anexo al final) y que no hay contribuciones revaluadas netas C.R.N. = 0, entonces:

$$B.T.R. = 61.79/2 = 30,895 \text{ millones}$$

y de la tabla del plan financiero

$$U.A.I. = \$ 539,409.47$$

se considera cero depreciación el primer año.

Por lo tanto la tasa de retorno para fin de 1982 es de:

$$T.R. = (0.54/30) \times 100 = 1.74\%$$

En forma similar, para la segunda etapa:

$$\text{Activo fijo} = \$ 13,760,000.00$$

$$B.T.R. = \$ 6,880,000.00$$

de la tabla del plan financiero:

$$U.A.D. = \$ 2,215,835.33$$

y suponiendo depreciación anual como sigue:

$$D = 7.5\% \text{ anual (ver anexo al final del capítulo)}$$

en seis años:

$$U.A.I. = 0.55 \times 2,215,835.33 = \$ 1,218,709.43$$

la tasa de retorno para fines de 1988 es como sigue:

$$T.R. = (1'218,709.43/6'880,000.00) \times 100 = 17.71\%$$

En la tercera etapa se tiene:

$$\text{Activo fijo} = \$ 10'070,000.00$$

$$B.T.R. = \$ 5'035,000.00$$

$$U.A.D. = \$ 60'876,744.51$$

$$D = 0.45 (2'215,835.33) + 0.525 (60'876,744.51 + 2'215,835.33) \\ = \$ 34'120,730.31$$

$$U.A.I. = \$ 26'756,014.20$$

y

$$T.R. = (26.756/5.035) \times 100 = 5,314\%$$

es decir el sistema se recupera ampliamente.

#### 6.3.4. Consideraciones tarifarias-

a) La nueva tarifa para el proyecto a partir del 1° de enero de 1982 resulta de \$ 1,840.65 y \$ 882.00 por toma o conexión y por año. (ver nota 1 de la tabla del plan financiero p.100) y se conservará así hasta el 1° de enero de 1989 una vez que se finalice la construcción de la segunda etapa iniciada el 1° de enero de 1988.

b) En el 10% de incremento anual tarifario y el cual se aplica en enero de 1982, se tomó muy especial cuidado en respetar el nivel de pobreza absoluta o relativa de la PEA en Tequisquiapan, ya que actualmente el 70% de la PEA (4,919 habitantes) tienen ingresos de 200 a 999 pesos al mes, los que quedan comprendidos en esa clasificación. Es decir, considerando que -

el ingreso nacional es de aproximadamente \$ 70,000 millones - de dólares al año\* y que la población nacional alcanza 70 millones de habitantes resultan \$ 1,000 dólares por capital al año, lo que equivale a \$ 1,820 pesos al mes por persona. Entonces si se considera que:

P.A. (6 R.)  $1/3$  Ingreso Promedio Nacional

entonces:

P.A. (6 R.)  $1/3 \times 1,820$  \$ 606/mes, lo cual comprueba lo afirmado anteriormente. Es decir se ha ejecutado una tarifa teórica - siguiendo la tendencia de la tarifa actual, de modo que los vecinos de bajos ingresos consuman poca agua, pero por otro lado, se absorban algunos de los costos operacionales (O.M.R.), así como de la amortización de la deuda.

#### 6.3.5. Análisis de sensibilidad y riesgo.

Bien puede suceder que una vez terminada la construcción de la etapa inmediata (enero 1983), se fijen nuevas normas de crecimiento urbano en Tequisquiapan que demanden mayores volúmenes de agua, como puede ser la construcción desmedida de condominios - particulares o unidades habitacionales que incrementen fuertemente las nuevas densidades de población consideradas en este proyecto.

En este caso, el aspecto técnico del abastecimiento, tendría únicamente que hacer el pase automático a la segunda etapa prevista para iniciarse en enero de 1988.

\* Dato proporcionado por el Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, febrero de 1980.

La nueva inversión en este caso, tendría que necesariamente provenir de FIFAPA y no del usuario como está previsto que ocurra, pero con la plena seguridad de la recuperación de esta temprana inversión, como lo demuestra la tabla del plan financiero (p. 104).

Al suponer el costo del proyecto en un 70% cubierto por el usuario, para el caso de la etapa inmediata, el pago por conexión resulta de \$ 16,553.00/conexión por año, dándosele un plazo de un año (1982) al usuario, para liquidar este compromiso. Es natural que el usuario se niegue, sobre todo tratándose de los estratos socioeconómicos más bajos, dado que todavía se tiene que educar al mismo a pagar por el agua que consume y definitivamente convencerlo de que llevar el agua a su domicilio cuesta.

Este es el riesgo que se presentará en la construcción de cualquiera de las tres etapas del proyecto, pero definitivamente el H. Ayuntamiento de Tequisquiapan jugará un papel importantísimo en disminuir el mismo, a través del convencimiento de los moradores de los barrios Magdalena y San Juan principalmente.

#### 6.4. Recomendaciones.

Primera.- Que se respete la separación de las zonas alta y baja de la red de agua potable, sin que haya interconexión.

Esto evitará el rompimiento de las tuberías

Segunda.- Implementar un plan de mantenimiento de equipos de bombeo

beo, cloración, etc.

Tercera.- Que no se conecten a la red de alcantarillado sanitario las descargas de albercas y otras que no sean exclusivas de baños y cocinas, de otra manera se perderá el objetivo del tratamiento de las aguas negras

Cuarta.- Que se promueva ante la oficina de Ecología Urbana de SAHOP, el estudio de las disposiciones de los desechos sólidos en Tequisquiapan para evitar la contaminación en las márgenes del río San Juan.

Quinta.- Que se promueva ante la Comisión Federal de Electricidad, que se relocalicen a cota más alta, las compuertas de desfogue de la presa "El Centenario" o en su defecto que se desazolve el vaso de la misma, de manera de conservar el río San Juan claro y limpio.

Sexta.- Que el sistema operador controle a partir de la etapa inmediata tanto el sistema de agua potable, como el de alcantarillado, por ser este último operado por el H. Ayuntamiento Municipal.

Séptima.- Que se respete el plan financiero presentado en este capítulo, de manera que dentro de 15 años, el sistema sea autosuficiente debido al fondo revolvente disponible para entonces, que será de 9 millones de pesos en valor actual.

**ANEXO DEL CAPITULO VI**

## ALCANTARILLADO SANITARIO

## COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION.

CONCEPTO	ETAPA INMEDIATA ENERO 1981	SEGUNDA ETAPA ENERO 1988	TERCERA ETAPA ENERO 1995
Atarjeas laterales y colectores.	31'167,514.19	6'260,243.11	5'132.443.26
Estructuras de cruce	523,961.28		
Estación de bombeo	3'542,268.34	221,375.00	
Lagunas de estabilización	4'347,990.01	3'951,913.70	
Costo terreno a \$ 100,000 /Ha	600,000.00		
<b>INVERSION TOTAL ALCANTARILLADO</b>	<b>40'181,733.82</b>	<b>11'033,531.81</b>	<b>5'132,443.26</b>

COSTO ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL  
ALCANTARILLADO SANITARIO

ETAPA INMEDIATA.

CONCEPTO	MANO DE OBRA Y SUPERVISION	MATERIALES Y MANTENIMIENTO			TOTAL
		LUZ Y FUERZA	EQUIPO ACCESORIO Y	REPARACION Y REEMPLAZO	
Atarjeas y colectores	62,065			69,988.00	132,053.00
Estructura de cruce	2,900			3,500.00	6,400.00
Estación de bombeo	92,300.00	100,000.00	6,700.00	33,563.00	232,563.00
Tratamiento	20,000.00			10,000.00	30,000.00
Supervisión					180,000.00
Cobro y Facturación					120,000.00
General					120,000.00
COSTO ANUAL TOTAL:					\$ 821,016.00

Expresado en % = 2.043 %

## SEGUNDA ETAPA 1988.

$$821,016 \quad \frac{40'181.733.82 + 11'033,531.81}{40'181,233.82} = \$ 1'046,459.39$$

$$\frac{1'046,459.39 - 821,016}{6} = \$ 37,573.90/\text{año (Incremento anual)}.$$

6

## 1a. Etapa

AÑO	COSTO ANUAL
1981 1° enero construcción	\$ 821,016.00
1982 1° enero operación	821,016.00
1983	858,590.00
1984	896,164.00
1985	933,738.00
1986	971,312.00
1987	1'008,886.00

TERCERA ETAPA 1995

1'046,459.39

$$\frac{51'215,265.63 + 5'132,443.26}{51'215,265.63} = \$ 1'151,328.38$$

$$\frac{1'151,328.38 - 1'046,459.30}{7} = \$ 14,981.28/\text{año (Incremento anual)}$$

2a. Etapa

AÑO	COSTO ANUAL
1988	1'046,459.39
1989	1'061,440.67
1990	1'076,421.95
1991	1'091,403.23
1992	1'106,384.51
1993	1'121,365.79
1994	1'136,347.07

3a. Etapa

1995	1'151,328.38
1996	1'166,309.66

## AGUA POTABLE

## COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION

C O N C E P T O	ETAPA INMEDIATA 1981	2a. ETAPA 1988	3a. ETAPA 1995
Captación	3'933,027.49	0.00	0.00
Potabilización	1'138,771.12	0.00	0.00
Conducción	2'785,156.93	0.00	0.00
Regularización	2'608,424.76	0.00	0.00
Red de Distribu- ción.	27'185,479.69	6'770,448.87	7'460,091.07
INV. TOTAL A.P.	37'650,859.99	6'770,448.87	7'460,091.07
INV. TOTAL ALCAN- TARILLADO	40'181,733.82	11'033,531.81	5'132,443.26
INVERSIONES TOTALES	77'832,593.81	17'803,980.68	12'592,534.33

COSTO ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO  
DE AGUA POTABLE  
ETAPA INMEDIATA

CONCEPTO	MANO DE OBRA Y SUPERVISION	LUZ Y FUERZA	MATERIALES Y EQUIPO ACCESORIO	MANTENIMIENTO REPARACIONES Y REEMPLAZO	TOTAL
Red secundaria	17,360.00			20,500.00	37,860.00
Red primaria	23,085.00			27,520.00	50,605.00
Caseta de bombeo	22,380.00	923,410.00	14,920.00	7,460.00	968,170.00
General					120,000.00
Supervisión					120,000.00
COSTO ANUAL TOTAL:					\$ 1'296,635.00

Expresado en porcentaje es 3.444 %

SEGUNDA ETAPA 1988

$$1'296,635.00 \quad \underline{37'650,859.98} + 6'770,448.87 = \$ 1'529,798.36$$

$$37'650,859.98$$

$$\underline{1'529,635.36} - 1'296,635.00 = \$ 38,860.56/\text{año (Incremento anual.)}$$

## TERCERA ETAPA 1995

$$1'529,798.36 \quad \frac{44'421,308.85 + 7'460,091.07}{44'421,308.85} = \$ 1'786,711.89$$

$$1'786,771.89 - 1'529,635.36 = \$ 36,701.93/\text{año (Incremento anual).}$$

	AÑO	COSTO ANUAL
1° enero	1979	612,138.00
1a. Etapa		
	1981	Construcción
	1982	Operación
	1983	1'296,635.00
	1984	1'335,495.56
	1985	1'374,356.12
	1986	1'413,216.68
	1987	1'452,077.24
	1988	1'490,937.80
2a. Etapa		
	1988	1'529,798.36
	1989	1'566,500.29
	1990	1'603,202.22
	1991	1'630,904.15
	1992	1'676,606.08
	1993	1'713,308.01
	1994	1'750,009.94
3a. Etapa		
	1995	1'786,711.89
	1996	1'823,413.82

DATOS PROPORCIONADOS POR EL DEPARTAMENTO DE TARIFAS E INVESTIGACION. DIRECCION GENERAL DE OPERACION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, SAHOP.

Tequisquiapan, Qro.

Municipio	Tequisquiapan
Org. operador	Administración directa SAHOP
Población est. 1979	13,353 habitantes
Captación	2 pozos profundos
Gasto de aforo	20 y 17 l.p.s
Gasto de extracción	33 l.p.s.
Horario de bombeo	21 horas promedio
Volumen de bombeo	2,498.8 m <sup>3</sup> en 21 horas
Horario de servicio	24 horas
No. de tomas domiciliarias	Con medidor 1,520
	Sin medidor <u>40</u>
	TOTAL 1,560

Población abastecido	9,360 habitantes
% población abastecida	70%
Ingresos promedio anual	\$ 1'620,904.35
Egresos promedio anual	\$ 612,546.42
Promedio gasto ener. elec.	\$ 13,000.00/mes
Costo promedio Kw/hr.	\$ 0.75

INVERSIONES

Inversión federal recuperable SAHOP	\$ 473,094.74
Aportación municipio	\$ 45,937.13

ACTIVO FIJO

1979	\$ 118,786.37
1978	\$ 196,794.23
1977	\$ 246,890.73

TARIFAS VIGENTES PARA EL COBRO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE  
OCTUBRE 1980

Servicio Doméstico.

0- 10 m <sup>3</sup>	\$ 25.00
11- 20 m <sup>3</sup>	3.00 m <sup>3</sup>
21- 30 m <sup>3</sup>	3.25 m <sup>3</sup>
31- 50 m <sup>3</sup>	3.50 m <sup>3</sup>
51- 75 m <sup>3</sup>	3.75 m <sup>3</sup>
76-100 m <sup>3</sup>	4.00 m <sup>3</sup>
100-	4.25 m <sup>3</sup>

Servicio Comercial.

0- 30 m <sup>3</sup>	\$ 80.00
31- 50 m <sup>3</sup>	2.80 m <sup>3</sup>
51-100 m <sup>3</sup>	3.10 m <sup>3</sup>
101-200 m <sup>3</sup>	3.40 m <sup>3</sup>
201-	3.60 m <sup>3</sup>

Servicio Industrial.

0-100 m <sup>3</sup>	\$ 320.00
101-150 m <sup>3</sup>	3.50 m <sup>3</sup>
151-200 m <sup>3</sup>	3.70 m <sup>3</sup>
201-300 m <sup>3</sup>	4.00 m <sup>3</sup>
301-	4.30 m <sup>3</sup>

Ingresos \$ 1'620,904.35

Egresos \$ 612,546.42

Inversión Federal Recuperable \$ 473,094.74

ACTIVO FIJO  
(Equipo más instalaciones)

Agua Potable. (millones de pesos)

	ETAPA INMEDIATA	2a. ETAPA	3a. ETAPA
Captación	3.15	0.0	0.0
Potabilización	0.91	0.0	0.0
Conducción	2.23	0.0	0.0
Regularización	2.09	0.0	0.0
Red de distribución	<u>21.75</u>	<u>5.42</u>	<u>5.97</u>
Activo fijo A.P.	30.13	5.42	5.97

## ALCANTARILLADO SANITARIO

	ETAPA INMEDIATA	2a. ETAPA	3a. ETAPA
Atarjeas laterales y colectores	24.93	5.00	4.10
Estructuras de cruce	0.42	0.00	0.00
Estación de bombeo	2.83	0.18	0.00
Laguna de estabilización	3.48	3.16	0.00
Terreno	0.60	0.60	
Activo fijo alc.	31.66	8.34	4.10
Total activo fijo	\$ 61.79	\$ 13.76	\$ 10.07

## DEPRECIACION EQUIPO

	VIDA UTIL	DEPRECIACION
Captación	6 años	16.7 % anual
Potabilización	6 años	16.7 % anual
Conducción	20 años	5.0 % anual
Regularización	20 años	5.0 % anual
Red de distribución	40 años	2.5 % anual
Atarjeas y colectores	40 años	2.5 % anual
Estructuras de cruce	50 años	2.0 % anual
Estación de bombeo	20 años	5.0 % anual
Lagunas de estabilización	20 años	5.0 % anual
		= 82.7 % (82.12)
		= 7.5 % anual promedio

## CONCLUSION GENERAL

Mediante el ejemplo tratado en esta tesis se ha presentado la manera de utilizar los recursos humanos, tecnológicos y financieros para resolver de forma rentable el problema del abastecimiento de agua potable y alcantarillado así como el de la prevención de la contaminación en los centros urbanos. Esta metodología podrá aplicarse a muchas localidades más de nuestro país para ayudar a resolver la problemática existente, únicamente habrá que aplicar la tecnología para resolver cada lugar en particular, dadas las características de las poblaciones que por naturaleza son muy distintas.

En todos los casos se deberán plantear las soluciones técnicamente viables, cuidando que en la selección se tomen en cuenta aspectos socioeconómicos y siempre buscando la optimización del conjunto de recursos disponibles.

Para el caso particular tratado en esta tesis de la localidad de Tequisquiapan, Qro., destacan como puntos clave para el buen término de todo el proyecto, el llevar a cabo las medidas que a continuación se enumeran:

Primera: Que se respete la separación de las zonas alta y ba-

a de la red de agua potable, sin que exista interconexión. Esto evitará el rompimiento de tuberías y conexiones.

Segunda: Implementar un plan de mantenimiento de equipos de bombeo, cloración, etc.

Tercera: Que no se conecten a la red de alcantarillado sanitario las descargas de al albercas y otras que no sean exclusivas de baños y cocinas, de otra manera se perderá el objetivo del tratamiento de las aguas negras.

Cuarta: Que se promueva ante la oficina de Ecología Urbana de SAHOP, el estudio de las disposiciones de los desechos sólidos de Tequisquiapan para evitar la contaminación en los márgenes del río San Juan.

Quinta: Que se promueva ante la Comisión Federal de Electricidad, que se relocalicen a cota más alta, las compuertas de desfogue de la presa "El Centenario" o en su defecto que se desazolve el vaso de la misma, de manera de conservar el río San Juan claro y limpio.

Sexta: Que el sistema operador controle a partir de la etapa inmediata tanto el sistema de agua potable, como el de alcantarillado, por ser este último operado por el H. Ayuntamiento Municipal.

Séptima: Que se respete el plan financiero presentado en el capítulo VI, para que en el horizonte del proyecto (1995) el sistema sea autosuficiente debido al fondo revolvente que deberá estar disponible para entonces.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Tamayo, Jorge L. "Los Recursos de Agua en México"
- 2.- SAHOP "Manual de Normas de Proyecto para Obras de Provi-  
sionamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la Re  
pública Mexicana" Oct. 1979.
- 3.- SAHOP "Normas Generales para la Construcción de Sistemas -  
de Alcantarillado"
- 4.- Murguía Vaca, Ernesto "Contaminación de Aguas "
- 5.- López Zavala Anastasio " Contaminación Ambiental de México  
Tema I "