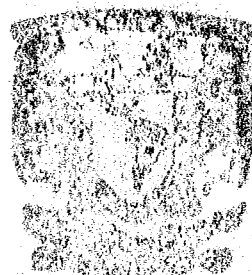




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**Estudios integrados para la ejecución de
proyectos de abastecimiento de Agua -
Potable**



T E S I S

Para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

JAIME ALFREDO FLORES VIVEROS

ENEP ACATLAN
DEPTO. DE CERTIFICACION
Y TITULOS

U N A M E N E P A C A T L A N

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**A FABIAN ERNESTO
LOLA
Y A MI ESFUERZO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

CI/41/83

SR. JAIME ALFREDO FLORES VIVEROS,
Alumno de la Carrera de
Ingeniería Civil,
P r e s e n t e .

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha, 8 de diciembre de 1981, me complace notificarle que esta -- Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Estudios Integrados para la Ejecución de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable", el cual se desarrollará como sigue:

- Cap. 1.- Antecedentes que generan la necesidad del servicio de agua potable.
 - Cap. 2.- Estudio Socioeconómico de la Localidad.
 - Cap. 3.- Característica de los sistemas actuales de agua potable.
 - Cap. 4.- Contextura técnica general.
 - Cap. 5.- Estudio financiero del proyecto.
- Comentarios.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor Ing. Hermenegildo Arcos Serrano, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. En esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e

"... PORQUE LA HABLARA EL ESPIRITU"

Acatlan, Méx., febrero 9 de 1983

ING. ALEJANDRO RAMIREZ SACENA,
ENEP. ACATLAN
Coordinador del Programa de
Ingeniería.
PROGRAMA DE INGENIERIA

NOTA PRELIMINAR.

Esta Tesis se ha querido presentar en dos partes, con el propósito de mostrar en la primera parte, los lineamientos a seguir para realizar cualquier proyecto de abastecimiento de agua potable, y en la segunda parte, se ejemplificará la manera de llevar el proyecto en la ciudad de -- Chilpancingo, Gro., así como algunos casos en la ciudad de Delicias, Chih., y Saltillo, Coah. Esto significa que se encontrará dos veces el índice general, en el inicio de la primera y segunda parte respectivamente.

En esta Tesis se proporcionan algunas normas, ejemplos y explicaciones sobre la manera de preparar y evaluar el proyecto de abastecimiento de agua potable, pero, lo más importante de un proyecto será siempre la aportación personal. No sólo porque el tema es demasiado vasto y complejo para dar normas precisas e invariables, sino porque además, es imposible prever todas las circunstancias locales que pueden influir en un proyecto específico, lo que exigirá ductilidad en el uso de las normas generales que aquí se preconizan. En este sentido, la preparación y presentación del proyecto será necesariamente una obra de creación personal antes que la aplicación rutinaria de fórmulas.

No sólo se ha tratado de ofrecer guías metodológicas a quienes participan en la preparación de proyectos, sino también a los que deben juzgarlos y calificarlos. En resumen, se espera que estas páginas sean útiles a las personas que preparen proyectos de abastecimiento de agua potable.

Conviene advertir que las cifras que figuran en los ejemplos - ilustrativos corresponden a las estimaciones preliminares realizadas en la fecha del estudio, por lo que esas cifras pueden haber perdido validez y - no deben considerarse representativas de la situación actual del proyecto. Sin embargo, la falta de actualidad carece de importancia desde el punto - de vista "procedimiento", pues, lo que se persigue en él no es proporcionar datos específicos, sino ilustrar una metodología.

INTRODUCCION.

Casi todo proyecto para obras de aprovechamiento de agua potable, en diferentes localidades de la República Mexicana se ha elaborado sobre bases económicas superficiales y tomando en cuenta diferentes normas del país, así como la de otros países. Dando como resultado, el derroche de recursos en algunos casos y mal funcionamiento en muchos otros; por esto es necesario que los proyectos para abastecimiento de agua potable se apeguen más a las necesidades y características reales y actuales de las localidades que se estudien.

Es cierto que, por muy bien estudiado que esté el proyecto no podrá contener los detalles relativos a todos los elementos que inciden en él, ni prever todas las dificultades que habrá que resolver en el terreno mismo, en cuanto a organización, construcción y funcionamiento. Pero el proyecto representa la base de la decisión de realizar un trabajo, y ello explica la necesidad de que se elabore lo mejor posible.

Por tal motivo es necesario que el estudio integral del proyecto tenga como objetivo principal integrar los factores técnicos, sociales y financieros que se requieren para su elaboración. Es decir que dichos factores se apliquen de una manera metodológica para que satisfagan las demandas actuales y futuras, de agua potable en una localidad del país.

Así, todo proyecto a realizar deberá constar de tres aspectos -
fundamentales :

- Estudio socioeconómico. Es el marco general de referencia para el proyecto.
- Estudio técnico. Es la definición del proyecto en sí.
- Estudio financiero. Es necesario para llevar a cabo las negociaciones de crédito y amortización.

El estudio socioeconómico da a conocer el medio en el que se desenvuelve el hombre, con objeto de tomar en cuenta todos los factores que han incidido y generan la necesidad actual del servicio, para resolver el problema específico en forma constante y eficiente.

El estudio técnico analiza las condiciones físicas, técnicas, funcionales y económicas para definir estructuralmente el proyecto. Tiene como principal finalidad especificar y detallar las obras a construirse y conocer el monto de la inversión que se requiere.

El estudio financiero analiza aspectos socioeconómicos, administrativos, financieros y políticos que determinan la conveniencia para la realización del proyecto. tiene como principal finalidad asegurar el cumplimiento del compromiso financiero que se adquiere e implementar las bases de negociación entre la entidad por acreditar y las instituciones de crédito.

Se pretende que con base a esta integración se cubran las necesidades técnicas dentro de la economía, no sólo para la construcción de las obras, sino para su operación y mantenimiento, evitando así desperdicios de los recursos disponibles y beneficiando al mayor número de habitantes.

Convenido esto, entremos de lleno a mostrar la forma en que se pueden integrar estos estudios. (Ver Fig. 1 : Esquema de la Tesis).

ESQUEMA DE LA TESIS

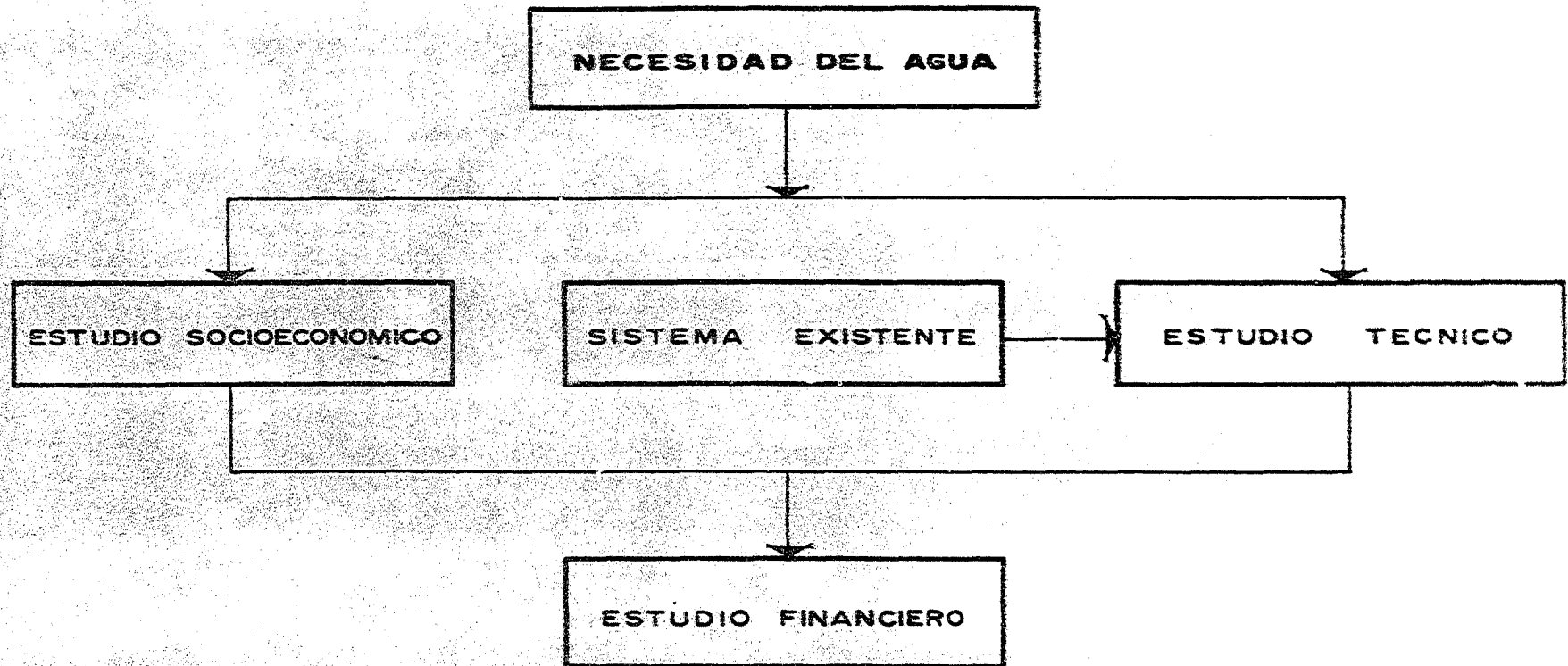


Fig. 1

I N D I C E .

P R I M E R A P A R T E .

ESTUDIOS INTEGRADOS PARA LA EJECUCION DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE,

<u>CAPITULO</u>	<u>C O N T E N I D O .</u>	<u>HOJA.</u>
1.-	ANTECEDENTES QUE GENERAN LA NECESIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.	1
	1.1 Causas que Generan la Necesidad del Servicio.	1
	1.2 Datos Históricos del Sistema de Agua Potable.	1
2.-	ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA LOCALIDAD.	2
	2.1 Caracterfsticas Generales de la Localidad.	3
	2.1.1 Factores Ffsicos.	3
	2.1.2 Factores Económicos.	3
	2.1.3 Factores Sociales.	
	2.2 Caracterfsticas Básicas de la Población.	3
	2.2.1 Información Estadfstica de la Población.	3
	2.2.2 Estudio de Zonas Socioeconómicas.	4
	2.2.3 Estudio de los Sectores de la Economía.	5
	2.2.4 Población Servida y Demanda por Servicios.	5
3.-	CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS ACTUALES DE AGUA POTABLE.	6
	3.1 Funcionamiento del Sistema Existente.	7
	3.2 Funcionamiento Actual del Organismo Operador.	8
4.-	CONTEXTURA TECNICA GENERAL.	9
	4.1 Estudios Básicos.	9
	4.1.1 Población de Proyecto.	10
	4.1.1.1 Método Aritmético.	11
	4.1.1.2 Método de Incrementos Diferenciales (Incremento de Incrementos).	11
	4.1.1.3 Método Geométrico por Incrementos.	12
	4.1.1.4 Método Geométrico por Incremento - Medio Total.	13
	4.1.1.5 Método de Malthus.	14
	4.1.1.6 Método de Extensión Gráfica.	14
	4.1.1.7 Método de Areas y Densidades.	15
	4.1.2 Dotación.	17
	4.1.3 Caudales de Diseño.	20
	4.1.3.1 Gasto Medio Diario.	20
	4.1.3.2 Variaciones de Consumo.	21

CONTINUA INDIC

CONTINUA INDICE 1a. PARTE.

<u>CAPITULO.</u>	<u>C O N T E N I D O .</u>	<u>HOJA.</u>
	4.2 Período Económico de diseño.	22
	4.3 Selección de Alternativa y Planeación General del Sistema.	24
	4.3.1 Etapas de Construcción.	25
	4.3.2 Zonificación del Área de Proyecto.	
	4.4. Fuentes de Abastecimiento.	26
	4.4.1 Localización de la fuente.	26
	4.4.2 Calidad del Agua.	27
	4.5 Obras de Captación.	27
	4.5.1 Tomas en Aguas Superficiales.	28
	4.5.1.1 En Ríos.	28
	4.5.1.2 En presas de almacenamiento.	29
	4.5.2 Tomas en Aguas Subterráneas.	29
	4.5.2.1 Captación por medio de pozos.	29
	4.5.2.2 Captación por galería filtrante.	31
	4.5.2.3 Captación en manantiales.	32
	4.6 Líneas de Conducción e Interconexión.	33
	4.6.1 Conducción por Bombeo.	33
	4.6.2 Conducciones por Gravedad.	37
	4.6.2.1 Canales.	37
	4.6.2.2 Tubería trabajando como canal.	37
	4.6.2.3 Tubería a presión trabajando por gravedad.	38
	4.7 Obras de Regularización.	41
	4.7.1 Tanques Elevados.	43
	4.7.2 Tanques Superficiales.	43
	4.8 Red de Distribución.	44
	4.9 Presupuesto.	49
5.-	ESTUDIO FINANCIERO DEL PROYECTO.	50
	5.1 Evaluación Financiera del Proyecto.	51
	5.1.1 Financiamiento del Proyecto.	52
	5.1.2 Indicadores de Evaluación.	52
	5.2 Análisis Financiero.	53
	5.3 Análisis Económico y Social.	53
	5.3.1 Beneficio del Proyecto.	54
	5.3.2 Tasa de Retorno Financiera.	55

I N D I C E .

S E G U N D A P A R T E .

<u>CAPITULO</u>	<u>C O N T E N I D O .</u>	<u>HOJA</u>
1.-	ANTECEDENTES QUE GENERAN LA NECESIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.	58
	1.1 Causas que General la Necesidad del Servicio.	58
2.-	ESTUDIO SOCIOECONOMICO.	59
	2.1 Caracterfsticas Generales de la Localidad.	59
	2.1.1 Factores Ffsicos.	59
	2.1.1.1 Caracterfsticas geogrficas.	59
	2.1.1.2 Caracterfsticas Climatolgicas.	62
	2.1.1.3 Caracterfsticas Hidrogrficas.	63
	2.1.2 Factores Econmicos.	64
	2.1.3 Factores Sociales.	66
	2.1.3.1 Vfas de comunicacin.	66
	2.1.3.2 Otros factores sociales de la localidad.	67
	2.2 Caracterfsticas Bsicas de la Poblacin.	71
	2.2.1 Informacin Estadfstica de la Poblacin.	71
	2.2.2 Estudio de las zonas socioeconmicas (Uso - del Suelo).	79
	2.2.3 Anlisis de los sectores econmicos.	81
	2.2.4 Poblacin Servida y Demanda por Servicios.	88
	2.2.4.1 Poblacin Servida.	88
	2.2.4.2 Demanda por Servicio.	91
	2.3 Comentarios de la ciudad de Chilpancingo.	94
3.-	CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS ACTUALES.	99
	3.1 Condiciones del Sistema Existente y su Funcionamiento.	99
	3.2 Organismo Operador.	109
4.-	CONTEXTURA TECNICA GENERAL.	115
	4.1 Estudios Bsicos (Datos Bsicos de Proyecto).	115
	4.1.1 Poblacin de Proyecto.	115
	4.1.1.1 Mtodo Aritmtico.	116
	4.1.1.2 Mtodo de Incremento diferencial.	117
	4.1.1.3 Mtodo geomtrico por incrementos.	117
	4.1.1.4 Mtodo geomtrico por incremento -- medio total.	118
	4.1.1.5 Mtodo frmula de Malthus.	119
	4.1.1.6 Mtodo de extensin grfica.	120
	4.1.2 Dotacin Media.	123
	4.1.3 Caudales de Diseo.	124

CONTINUA INDICE 2a. PARTE,

<u>CAPITULO</u>	<u>C O N T E N I D O .</u>	<u>HOJA.</u>
	4.1,3.1 Gasto medio diario.	124
	4.1,3.2 Variaciones de Consumo.	124
	4.2 Período Económico de Diseño.	125
	4.3 Planeación de Alternativas.	125
	4.3.1. Zonificación del Área de Proyecto.	127
	4.3.2 Etapas de Construcción.	139
	4.4 Fuentes de Abastecimiento.	139
	4.5 Líneas de Interconexión y Conducción.	140
	4.5,1 Líneas trabajando por bombeo.	142
	4.5,2 Tubería a presión trabajando por gravedad.	144
	4.6 RED DE DISTRIBUCION.	158C
	4.7 PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO (Chilpancingo, Gro.).	159
5.-	ESTUDIO FINANCIERO DEL PROYECTO.	163
	5.1 Evaluación Financiera del Proyecto.	163
	5.2 Análisis Financiero.	172
	5.3 Análisis Económico y Social.	181
	COMENTARIOS,	187
	ANEXO 1	190
	ANEXO 2	193
	BIBLIOGRAFIA	206

PRIMERA PARTE.

1. ANTECEDENTES QUE GENERAN LA NECESIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.

En este capítulo se establecerán las causas que han generado la necesidad de elaborar los estudios de agua potable, analizando los hechos históricos a través de los cuales se describe la forma en que se ha venido resolviendo la demanda de la población en cuanto a los servicios de agua potable se refiere.

1.1 Causas que Generan la Necesidad del Servicio.

Para la determinación de este renglón es necesario llevar a cabo un estudio de demandas de agua potable, en las zonas de asentamientos humanos ya existentes así como las posibles zonas de asentamiento urbano habitacional, industrial, turístico y/o comercial que esté acorde con el plan nacional de desarrollo para centros de población.

1.2 Datos Históricos del Sistema de Agua Potable.

En esta parte se deberá analizar la información disponible de los datos técnicos del sistema de agua potable. Información obtenida en las dependencias oficiales, estatales y locales así como en dependencias privadas que intervinieron en la realización del sistema actual de agua potable.

Se determinará con este análisis los ajustes y necesidades para la concepción inicial del proyecto.

2. ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA LOCALIDAD

El contenido del estudio está enfocado a conocer en la forma más objetiva la situación económica y social que prevalece en la localidad, para establecer una base firme en el desarrollo del proyecto.

Se persigue como principal finalidad dar a conocer las características de la propia ciudad y el municipio a que pertenece, a fin de evaluar su problemática en todos los aspectos, de tal forma que se tenga una visión clara que permita establecer las bases y fundamentos de diseño del proyecto y a su vez definir estrategias adecuadas para su financiamiento.

Para lograr lo anteriormente expuesto en este estudio se tratan y analizan los aspectos más relevantes como son el medio geográfico, características de su población los puntos básicos del bienestar económico y social, los rasgos esenciales de su aparato productivo, los principales problemas existentes y las posibilidades de un desarrollo futuro armónico.

La información se deberá integrar desarrollando los siguientes aspectos (Ver Fig. 2 : Estudio Socioeconómico).

ESTUDIO SOCIOECONOMICO

1- Características generales de la localidad

1- Factores Físicos

Características geográficas
Características Climatológicas
Características Hidrográficas

2- Factores Económicos

3- Factores Sociales

Vías de comunicación
Otros

2- Características básicas de la Población

1- Información estadística de la Población

2- Estudio de la Zona Socioeconómica (uso del suelo)

3- Sectores de la Economía

Sector Primario
Sector Secundario
Sector Terciario

4- Población servida y demanda por servicio

2.1 Características Generales de la Localidad.

Las características generales de una localidad son aquellas que componen los factores del medio físico, es decir, son aquellas que forman el ambiente en que se vive y estos son necesarios para conocer y así determinar como se encuentra la zona que rodea a la localidad que se estudiará, para prever la posibilidad de expansión; los factores más importantes son:

2.1.1 Factores Físicos.

2.1.1.1 Características Geográficas.

2.1.1.2 Características Climatológicas.

2.1.1.3 Características Hidrográficas.

2.1.2 Factores Económicos.

2.1.3 Factores Sociales.

2.1.3.1 Vías de Comunicación.

2.1.3.2 Otros.

2.2 Características Básicas de la Población.

2.2.1 Información Estadística de la Población.

Dentro de los puntos más importantes que se tienen que establecer para la elaboración de un proyecto de abastecimiento de -- agua potable, es el número de habitantes por servir, inmedia--tos y futuros al pasar los años. Para esto se hace necesario

conocer el número de habitantes que haya tenido la localidad - en estudio, en los años anteriores, los que tenga actualmente y los que vaya a tener al final del período para el cual se ten ga pensado hacer el proyecto.

Para conocer el número de habitantes de años pasados, se recu rre generalmente a las estadísticas recabadas cada diez años - por medio de los censos, para estimar la población futura exis ten varios métodos empíricos, mismos que se describirán en ren glones posteriores. Es importante señalar previamente la conve niencia de contar con datos e información adicional a la de ca rácter estadístico, como parte fundamental para apoyar una pre dicción de población, tales como : población servida con agua en % ó en área, grado de alfabetización, tipo de familia, clase de vivienda, así como la distribución de otros servicios genera les, aunque estos de manera cuantitativa.

2.2.2 Estudio de Zonas Socioeconómicas.

Este estudio deberá enfocarse a la clasificación de las zonas - socioeconómicas en cuanto al uso del suelo, esto es, se deberá dividir la población en sus tres sectores básicos : industrial, comercial y habitacional, esta última se deberá subdividir en - zonas residencial, popular, de fraccionamientos, turística, - etc.

2.2.3 Estudio de los Sectores de la Economía.

La importancia de realizar un análisis económico en la generación del producto total de la economía a través de un sistema de producción, es marcadamente variable, reflejando, entre -- otros fenómenos el grado de desarrollo económico alcanzado, de aquí que se tengan que clasificar sus actividades, distinguiendo tres grandes sectores (que deberán ser debidamente explicados) :

- Sector Primario.
- Sector Secundario.
- Sector Terciario.

2.2.4 Población Servida y Demanda por Servicios.

Dentro de la información que se debe tener para la preparación de los estudios de factibilidad, está la evaluación y determinación de todos los planes existentes para un desarrollo integral de la región. El factor más importante de este aspecto -- es la disponibilidad de tierra y la legislación relativa a -- asentamientos humanos. Pues en caso de que el proyecto incluya zonas con problemas de tenencia de tierra, estos serán resultados por el Comité de Desarrollo Urbano de la localidad o -- del Estado (al que corresponda). Realizando las modificaciones que se requieran en el proyecto, en caso de quedar excluidas -- las zonas con problema de tenencia.

Se deberá preparar un resumen de la población actual servida - con agua potable, incluyendo las tarifas para los diferentes - niveles económicos de la población. Las demandas futuras de - agua potable deben ser presentadas gráficamente según las dife-
rentes categorías de usuario, es decir, demanda de tipo comer--
cial, industrial y habitacional. Esta última de ser posible - se presentará para cada zona socioeconómica (residencial, --
fraccionamiento, popular).

Para la recolección de las aguas servidas (red de alcantarillado), es en sí tan complicada y costosa como el mismo sistema de agua potable, por lo que se acostumbra estudiar como una obra - independiente de abastecimiento. Debido a ello sólo se menciona
rá como referencia.

Cabe aclarar que para este punto las estadísticas precisas puede
den ser difíciles de obtener. Sin embargo, una información --
gruesa será siempre mejor que una discusión general.

3. CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS ACTUALES DE Agua Potable.

Este Capítulo es un tema que servirá de apoyo al Capítulo 4 --
(Contextura Técnica General), pues en este Capítulo se describirán las condi
ciones en que se encuentran las instalaciones que prestan servicio a la
población, y así determinar hasta que punto podrán ser aprovechadas en el
proyecto.

3.1 Funcionamiento del Sistema Existente.

Para poder determinar hasta que grado de optimización trabaja el sistema existente de agua potable, es necesario conocer la siguiente información :

- En cuanto a las fuentes de abastecimiento se deberá conocer - las características de la fuente, oferta, demanda, calidad y *volumen del agua.*
- Para las captaciones se indicarán las condiciones de servicio y medición, su capacidad nominal y de operación.
- Para las plantas potabilizadoras (si las hay), se indicará su - capacidad de operación y de diseño, señalando el volumen total anual de agua cruda y tratada. Así mismo se mostrará el consumo de reactivos y energía eléctrica.
- En las conducciones de agua potable se deberá describir el funcionamiento hidráulico, señalando el gasto de operación y gasto máximo de diseño en l/s, se indicará el desarrollo de tuberías para sus respectivos diámetros y clase.
- Para los equipos de regularización se indicará su localización tipo de tanque y sus características, capacidad máxima de regularización, condiciones de servicio y medición.

- Red de distribución, esta será descrita en sus condiciones actuales de funcionamiento hidráulico, señalando perfectamente las máximas y mínimas presiones a las que trabaja, se indicará clase, diámetro y longitud de las tuberías que emplea la red. De ser posible en planos se localizarán las válvulas, cruceros y áreas de servicio.
- Para las tomas domiciliarias, medidores e hidrantes, se indicará el número de tomas, medidores e hidrantes en servicio, señalando los diámetros y tipos usados, se deberá hacer una relación de las tomas con servicio gratuito (jardines, oficinas - públicas, etc.).
- Programas para control de fugas y desperdicios. En este punto se deberán señalar los procedimientos que aplican los responsables del mantenimiento de todo el sistema de agua potable, se señalará el equipo disponible para llevar a cabo su programa de detección y corrección de fugas que tiene en las diferentes partes que componen el sistema.

3.2 Funcionamiento Actual del Organismo Operador.

El organismo operador son aquellas personas que se encargan de la operación, control y mantenimiento del sistema de agua potable (por lo regular también se hacen cargo del sistema de alcantarillado).

Es importante conocer este tema desde el punto de vista financiero, pues este organismo estudia y analiza el establecimiento de las tarifas y designación de personal para las mencionadas labores, por lo que se requiere conocer su procedimiento de toma de decisiones y su organigrama de funciones.

4.- CONTEXTURA TECNICA GENERAL,

A este Capítulo se le ha llamado Contextura Técnica, porque es aquí donde se integran los datos necesarios para desarrollar el Proyecto en su fase técnica. Pues dependiendo de su adecuada determinación, el dimensionamiento posterior que se haga en cada una de las partes que intervienen en el abastecimiento de agua potable en las ciudades, podrá ser: escaso, suficiente o sobrado, es decir, partiendo de este principio se comprende fácilmente la importancia que implica establecer con la mayor precisión posible los datos básicos del proyecto. (Ver Fig. 3, Estudio Técnico).

4.1 Estudios Básicos.

Se llaman estudios básicos a los datos y características que servirán para dimensionar los puntos que integran el aspecto técnico. Dichos elementos comprenden los siguientes puntos:

- Población del último Censo Oficial.
- Población Actual.
- Población de Proyecto.

Fig. 3

ESTUDIO TECNICO

1- Estudio Básico

1- Población de proyecto

ARITMETICO
INCREMENTOS DIFERENCIALES
GEOMETRICO
INCREMENTO MEDIO TOTAL
MALTUS
GRAFICO
AREAS Y DENSIDADES

2- Dotación media

3- Caudales de diseño

GASTO MEDIO DIARIO
GASTO MAXIMO DIARIO
GASTO MAXIMO HORARIO

2- Periodo Económico de Diseño

3- Planeación de Alternativas

1- Etapas de construcción
2- Zonificación del área de proyecto

4- Fuentes de Abastecimientos

1- Localización
2- Calidad de agua

5- Captaciones

1- Superficiales

RIOS
PRESAS

2- Subterráneas

POZOS { someros
profundos
GALERIAS
MANANTIALES

6- Líneas de conducción e interconexión

1- Bombeo

2- Gravedad

CANALES
TUBOS A PRESION

7- Regularización

Tanques elevados
Tanques superficiales

8- Red de distribución

9- Presupuesto

- Dotación Media.
- Gasto medio diario.
- Gasto máximo diario.
- Gasto máximo horario.
- Coeficiente de variación diaria.
- Coeficiente de variación horaria.
- Tipo de conducción.
- Forma de distribución.
- Capacidad de regularización.
- Croquis del funcionamiento del conjunto.

4.1.1 Población de Proyecto.

Para la estimación de la población de proyecto se deberá tomar en cuenta su período de proyecto, de acuerdo con la magnitud y características de la localidad por servir. Para el cálculo de la población se utilizarán los métodos establecidos (aritmético, geométrico, el de extensión gráfica, etc.).

En todos los casos se deberá presentar una gráfica con los resultados obtenidos según los métodos utilizados y una justificación de la población seleccionada.

Los siguientes métodos de predicción de población futura son indicadores que nos permiten formar un juicio para la toma de decisiones con relación a la población de proyecto dentro de un período de tiempo considerado.

4.1.1.1 Método Aritmético.

Este método supone que el incremento de población es constante y consiste en obtener el promedio anual en años anteriores y aplicarlos al futuro.

$$I = \frac{Pa - Pi}{N}$$

$$Pf = Pa + In \quad (\text{Fórmula de progresión aritmética}).$$

Pf = Población futura.

Pa = Población Actual (la del último censo).

Pi = Población de cualquier censo anterior al último, (de preferencia el penúltimo censo).

N = Años transcurridos entre ambos censos tomados.

n = Número de años para los que se va a calcular la población, contados a partir del último censo.

I = Crecimiento anual promedio.

4.1.1.2 Método de Incrementos Diferenciales (Incremento de Incrementos).

En este método se calcula para los años anteriores, el incremento decenal promedio (se obtiene sumando las diferencias de dos períodos censales consecutivos -que serán el incremento decenal- y dividiendo entre tantos incrementos decenales haya menos uno); se calcula también el incremento de incrementos decenales promedio (se obtiene sumando las diferencias de los incrementos de-

cenales y dividiendo entre tantas diferencias haya menos una). Se suman ambos promedios y se aplica al siguiente período inmediato al último censo y ese será el incremento decenal promedio correspondiente, que al sumarse con el último censo se tendrá la población de dicho período.

El siguiente período se obtiene sumando al incremento decenal promedio calculado, el valor del incremento de incrementos promedio (que será constante para los siguientes períodos); y así sucesivamente se podrá continuar con todos los períodos decenales que se requieran.

4.1.1.3 Método Geométrico por Incrementos.

Este procedimiento, consiste en determinar el incremento anual de aumento, por medio de los incrementos decenales de los años anteriores y aplicarlos en el futuro (se obtiene dividiendo el incremento decenal entre la población del año menor que sirvió de base para obtener dicho incremento decenal). Dicho en otras palabras se calcularán los porcentajes decenales de incrementos y se determinará el por ciento anual promedio. La siguiente expresión resume lo antes mencionado para el cálculo de la población futura :

$$P_f = P_a + \frac{n}{N} P_a \sum_{i=1}^a \left(\frac{P_i - P(i-1)}{P(i-1)} \right)$$

N = Número de años entre el primer censo tomado para el cálculo y el último censo registrado.

P_f = Población futura

P_a = Población del último censo.

n = Número de años para los que se va a calcular la población, contados a partir del último censo.

P_i = Población para cualquier censo.

4.1.1.4 Método Geométrico por Incremento Medio Total.

El principio en que se basa este método es el de suponer que la población tendrá un incremento análogo al que sigue un capital primitivo aumentando en sus intereses, esto es, siguiendo la fórmula del interés compuesto en que el rédito es el factor de crecimiento.

$$P_f = P_a (1+r)^n$$

Mediante la transformación de la fórmula de interés compuesto se llega a la expresión siguiente, muy cómoda para calcular la población futura.

$$\text{Log } P_f = \text{Log } P_a + \frac{n}{N} \sum_{i=1}^a (\text{Log } P_i - \text{Log } P_{(i-1)})$$

Donde P_f = Población futura.

P_a = Población del último censo registrado.

P_i = Población para cualquier censo.

n = Número de años para los que se va a calcular la población, contados a partir del último censo.

N = Número de años entre el 1er. censo tomado para el cálculo y el último censo registrado.

r = Tasa o factor de crecimiento.

4.1.1.5 Método de Malthus.

$$P_f = P_a \left(1 + \frac{\Delta}{N} \right)^x ; \Delta = \sum_{i=1}^a \left(\frac{P_i - P_{(i-1)}}{P_{(i-1)}} \right)$$

P_f = Población futura.

P_a = Población actual (último censo).

$x = \frac{n}{10}$ Número de períodos decenales para los que se va a calcular la población, contados a partir del último censo.

N = Número de períodos decenales entre el 1er. censo tomado para el cálculo y el último censo registrado.

Δ = Promedio de incrementos relativos medios.

n = Número de años para los que se va a calcular la población, contados a partir del último censo.

P_i = Población para cualquier censo.

4.1.1.6 Método de Extensión Gráfica.

Se sitúan los valores de los censos en un sistema de ejes rectangulares en el cual las abscisas son los años de los censos y las ordenadas las correspondientes número de habitantes.

A continuación se traza una curva media entre los puntos así determinados, prolongándose "a ojo", esta curva hasta el año cuyo número de habitantes se desea conocer. Por otra parte, si como sucede con gran número de casos la curva media se asemeja a una curva parabólica, y su ecuación estará por :

$Y = A X^B$ que al tomar logaritmos queda : $\log y = b + \log x + \log a$

De tal manera que la última expresión se asemeja a la ecuación de una recta de expresión $Y = BX + A$.

Donde :

$Y = \text{Log } y$, $X = \text{Log } x$, y $A = \text{Log } a$.

Por lo tanto, si empleamos papel logarítmico para graficar los valores: año del censo contra su población correspondiente; obtendremos una curva que se asemeja a la línea recta.

De este modo, la prolongación de la recta hasta el año que interese ya no se hará "a ojo", pues la prolongación de una recta está perfectamente definida.

4.1.1.7 Método de Areas y Densidades.

Este método consiste en tomar unas zonas pobladas representativas, de acuerdo con el uso y tenencia de terreno para determinar la población asentada con su superficie respectiva, obteniéndose una densidad bruta al dividir la población actual entre la superficie bruta y aplicar este coeficiente posteriormente a superficies futuras por servir o desarrollar considerando el mismo uso y tenencia del terreno.

Es muy importante para la aplicación de este método disponer de un levantamiento catastral y predial complementado con un plano regulador que indique limitación de las zonas de desarrollo.

NOTA : A los métodos para calcular la población.

Cualquier método que se aplique, solamente dará resultados -- orientadores, pues es fácil comprender que resulta casi imposible predecir el futuro, sobre todo tratándose de crecimiento -- de la población donde intervienen muchos factores que la hacen variar.

Así, la comparación entre la población futura o de proyecto -- calculada y la población real que se tenga al final del período del proyecto ofrece tres situaciones :

1. Población Proyecto = Población Real.- En este caso las condiciones impuestas para la obra, tales como financiamiento, efectividad del servicio, etc., resultan satisfactorias.
2. Población Proyecto < Población Real.- En este caso el período de diseño se acorta, teniéndose necesidad de -- efectuar ampliaciones para satisfacer las necesidades -- que se planteen; lo que significa que antes de terminar de pagar las obras fijadas para el proyecto, (considerando la población de proyecto) habrá que hacer otras inversiones en obras de ampliación.

3. Población de Proyecto > Población Real.- En este caso - el período de diseño se alarga, teniéndose que reparar o reponer estructuras y equipo cuya vida útil se termina. La amortización del capital acreditado para las obras sufre retrasos a menos que se haga pagar al consumidor un mayor precio por el servicio.

4.1.2 Dotación.

Asegurar la alimentación de agua potable en la época actual a cualquier comunidad de tipo urbano ó rural es uno de los deberes de la sociedad que la integra. Las necesidades expresadas por las comunidades tienen un carácter de prioridad por -- ello una vez que la población de proyecto ha sido estudiada y establecida es necesario realizar como paso inmediato el estudio de la dotación.

Su definición sería como : cantidad de agua que se asigna con vencionalmente a cada habitante como promedio durante todos los días del año y se le expresa generalmente en litros por habi-- tante y por día (lts/hab/día).

Los consumos que comprenden la dotación son generalmente : doméstico, comercial, industrial, público y fugas ó desperdicios.

La denominación de cada uno de los consumos indica por sí sola las necesidades o usos que comprende, con excepción del correspondiente a pérdidas y que corresponde al agua que no es aprovechada por los usuarios.

Dentro de las pérdidas hay que recomendar que en la red se deben tener presiones mínimas suficientes para el abastecimiento, ya que se han observado diferencias en los consumos del orden - del 30% cuando las presiones varían de 1.5 a 4.0 Kg/cm², pues a más presión, mayor es el desperdicio.

Existen muchos criterios para fijar la dotación. Criterios -- que arrojan otros tantos resultados sobre todo cuando se va de un país a otro; sin embargo, poco debe interesarnos los criterios seguidos en otras partes del mundo, pues debemos concentrarnos y efectuar el estudio de la dotación con miras a resolver en la mejor forma posible las necesidades que se tengan en el medio mexicano.

En nuestro país hasta hace unos cuantos años la dotación se fijaba a criterio del ingeniero proyectista, situación que provocaba en muchas ocasiones graves problemas ya que pocos eran -- los casos en que se acertaba. Por tal motivo y con el fin de uniformizar criterios se han elaborado tablas que sirven de base, y que en todos los casos se pueden adaptar los valores que están en función del clima y del número de habitantes considerados como población de proyecto.

POBLACION DE PROYECTO Habitantes	TIPO DE CLIMA		
	CALIDO	TEMPLADO 1/ha/día	FRIO
2,500 a 15,000	150	125	100
15,000 a 30,000	200	150	125
30,000 a 70,000	250	200	175
70,000 a 150,000	300	250	200
150,000 ó más	350	300	250

Las dotaciones anteriores son las que recomienda la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) y éstas deben ajustarse a las necesidades de la localidad y a sus posibilidades físicas, económicas, sociales y políticas, de acuerdo con el estudio específico que se realice en cada localidad.

En la práctica se presentan dos casos para los que debe fijarse la dotación :

- a) En el proyecto de obras de ampliación para localidades que cuenten con servicio establecido.
- b) En el proyecto de obras de agua potable para las localidades que no han tenido servicio.

En el primer caso conviene investigar el consumo que se tiene y en función del número de habitantes servidos, se determina la dotación actual. Tomando como base ésta, las diferencias que se observen en la distribución del agua y el crecimiento demográfico se establecerá la dotación para el nuevo proyecto.

En el segundo caso es prudente aplicar en un principio los valores señalados por SAHOP, y de ser posible efectuar un estudio comparativo con otras localidades de características similares que cuenten con el servicio de agua potable.

4.1.3 Caudales de Diseño.

4.1.3.1 Gasto Medio Diario.

Es el caudal que necesita la población en un día y que al multiplicarlo por los días de un año resulta el gasto medio anual. Se concluye entonces que el gasto medio anual es igual al gasto medio diario incrementado 365 veces. Así el gasto medio diario (Q_{md}) es el resultado de multiplicar la dotación por el número de habitantes.

$$Q_{md} = \frac{D}{86\ 400} \cdot h$$

Donde :

D = Dotación en : lts/hab/día.

h = Número de habitantes.

86 400 = Un día en segundos.

Q_{md} = Gasto medio diario en : lts/seg

4.1.3.2 Variaciones de Consumo (coeficiente de variación diaria y horaria).

Variación Diaria.

Las estadísticas demuestran que hay días del año con consumos menores y otros con consumos mayores con relación al consumo promedio diario. Consumo como ya hemos mencionado, influenciado por el clima y número de habitantes. Debido a esto existen coeficientes que tratan de regular estas variaciones de tal manera que el consumo medio diario satisfaga la demanda en los días en que el consumo es máximo.

$$Q_{maxd} = Q_{md} \times C_d \left[1/s \right]$$

Los coeficientes más comunes son :

$C_d = 1.20$ para lugares de clima uniforme.

$C_d = 1.35$ para lugares de clima variable pero extremoso.

$C_d = 1.50$ para lugares de clima extremoso.

Variación Horaria.

Debido a que el gasto máximo diario no es consumido por la población en una forma constante durante las 24 horas del día y que en determinados lapsos será mayor ó menor que el Q_{maxd} , se deberá afectar a este con un coeficiente que cubra sus demandas máximas horarias. Dicho coeficiente de variación puede ser $C_h = 1.5$ a $C_h = 2.0$ con relación al gasto máximo diario.

$$Q_{\max h} = Q_{\max d} \times C_h \quad \left[\frac{l}{s} \right]$$

La Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas usa 1.2 y 1.5 como coeficientes de variación diaria y horaria respectivamente, atendiendo a las realidades de nuestro país.

Consideraciones importantes en todo el proyecto : El gasto máximo diario nos sirve para calcular la capacidad de :

La fuente de abastecimiento.

Línea de conducción e interconexión.

Tanque de Regularización.

Planta Potabilizadora (en caso de ser necesario).

El gasto máximo horario, se usa en el diseño de :

La línea de alimentación.

La red de distribución.

4.2 Período Económico de diseño.

Los objetivos de un abastecimiento de agua potable son fundamentalmente, dar servicio domiciliario eficiente y adecuado al menor costo posible lográndose esto con la ejecución de un proyecto óptimo y mediante la participación de los usuarios ya sea por la cooperación de dinero o con la mano de obra y sobre todo haciendo uso apropiado del agua.

El período económico de diseño de las obras de agua potable puede definirse como el tiempo durante el cual, éstas servirán eficientemente, en base a su capacidad y en el que el capital invertido en su ejecución se recuperará, incluyendo gasto de operación, conservación, administración y la parte correspondiente a los intereses.

Sin embargo, puede suceder que este principio no se cumpla, es decir, que el capital invertido no se amortice. De aquí entonces que es concluyente la conjugación de todos los factores que intervienen en el proyecto. (socio-económicos, técnicos y legales).

Por supuesto que la toma de decisiones en cuanto a fijar el período de proyecto requiere de la debida atención, con objeto de poder ejecutar proyectos que al llevarse a la práctica resulten óptimos : cuestión que se torna nada sencilla.

Las normas de SAHOP recomiendan en términos generales los siguientes valores :

TAMANO DE LA LOCALIDAD (HABITANTES)	PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)
De 2,500 a 15,000	De 6 a 10
De 15,000 a más	Hasta 15

4.3 Selección de Alternativa y Planeación General del Sistema.

En base a las investigaciones de Capítulos anteriores se estará en posibilidad de decidir si se realizan o no los siguientes estudios. Con el fin de ampliar la información que servirá para seleccionar la mejor alternativa :

- Levantamiento Aerofotogramétrico.
- Levantamiento del Plano Predial y de Pavimentos.
- Estudio para la clasificación de excavaciones.
- Levantamiento de la red de agua potable e instalaciones existentes.

Considerando la información anterior o la disponible se procederá a plantear y analizar las alternativas del sistema, contemplando en forma integral las fuentes, captaciones, bombeos, conducciones y red, para determinar la mejor alternativa que dé mayor eficiencia y mínimo costo.

Todas las alternativas deberán ser explicadas en forma general y evaluada llegando a dimensionamientos que permitan justificar técnica y económicamente los costos de las obras determinantes del estudio.

Si en el estudio de evaluación de alternativas, resultan más de una como posible solución, o muy cercanas entre sí; se llevarán éstas a nivel más detallado a fin de seleccionar con seguridad la que se llevará a nivel proyecto. Proyecto definitivo que debe mostrar sus componentes principales conteniendo las soluciones óptimas para alcanzar las proyecciones de demanda.

4.3.1 Etapas de Construcción.

Dentro de la planeación general del sistema se deberán considerar dos ó mas etapas de construcción , la primera para satisfacer las demandas inmediatas y las posteriores para completar la demanda futura que se haya previsto en el proyecto (6, 10, 15 ó más años).

Se deberá indicar la población y área total que será beneficiada con la construcción inmediata (1a. Etapa) y para la etapa - final.

4.3.2 Zonificación del Area de Proyecto.

Una vez teniendo el límite del área de crecimiento futura de la población según las condiciones topográficas y político-social ya comentadas en el inciso anterior, se procede a delimitar el área total, en zonas topográficas que comprendan la mínima y máxima presión admitida en las tuberías de la red de distribución.

Se empezará por limitar las zonas en las que se tengan algún - tanque de distribución y siguiendo con las zonas futuras pues en ésta el límite puede variar ya que el tanque o fuente de distribución no se ha fijado, pudiendo fijarse donde sea necesario.

El desnivel que debe existir entre la plantilla del tanque y la cota del terreno donde está el punto más alto de la zona, será de 15 m mínimo. Sin embargo, debido a que la línea de alimentación a la red tiene pérdidas por fricción éstas deberán ser sumadas a la presión mínima (estimadas en 2 m), teniendo ahora un desnivel de 17 m, entre el tanque y el punto más alto de la zona. Para fijar la parte baja de la zona (topográficamente hablando), se determinará con la presión máxima aceptada por la tubería, estos es, que del tanque la parte más baja de la zona sean 50 m de altura o desnivel.

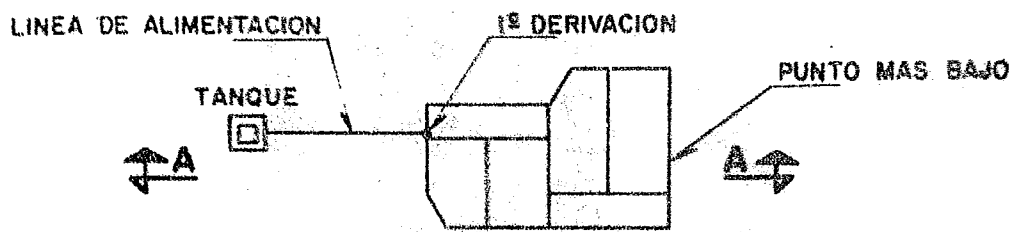
De lo anterior se deduce que el desnivel de la zona topográfica será de 35 m, o menos para que tenga las presiones permisibles y aceptables de 1.5 Kg/cm^2 como mínima y máxima respectivamente. Como se indica en la Fig. 4

4.4 Fuentes de Abastecimiento.

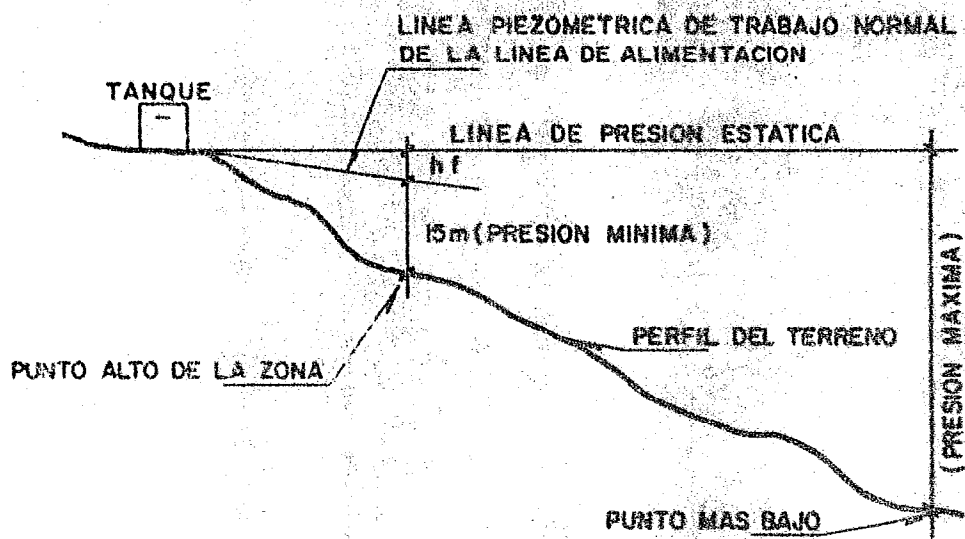
4.4.1 Localización de la fuente.

Las fuentes de abastecimiento son aquellos sitios (superficiales ó subterráneos) susceptibles de aprovechamiento del agua para el consumo de la población, siendo su objetivo la de proporcionar en conjunto el gasto máximo diario. Por lo menos para la etapa inmediata de construcción, sin peligro de reducción en su productividad en épocas de estiaje.

Fig. 4



ZONA DE DISTRIBUCION



CORTE A-A

PERFIL DE PRESIONES EN LA ZONA DE DISTRIBUCION

4.4.2 Calidad del Agua.

El agua potable es aquella que satisface las normas de calidad impuestas por el "Reglamento Federal sobre Obras de Provisión de Agua Potable", de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (publicado en el Diario Oficial del 2 de julio de 1953). Si la calidad del agua no satisface las normas, se deberá someter a procesos de potabilización. Sin embargo, en todos los casos deberán proveerse equipos de desinfección del agua.

Debido a que los procesos de potabilización y desinfección son de vital importancia para la salud pública, este tema requiere de un mayor análisis por lo que no será tratado en esta Tesis.

4.5 Obras de Captaciones.

Dependiendo del tipo de fuente de abastecimiento que se haya seleccionado en el proyecto, la información que se requiere es la siguiente :

- Tipo de captación y sus características.
- Descripción del funcionamiento hidráulico.
- Equipos para medición de gasto.

En cuanto al tipo de captación estos pueden ser de dos tipos :

Tomas en Aguas Superficiales.

En ríos.

En presas de almacenamiento.

Tomas en Aguas Subterráneas.

Por medio de pozos (profundos o someros).

Por galerías filtrantes.

Por manantiales.

A continuación se indican algunos puntos que son necesarios - para el adecuado funcionamiento de la captación :

4.5.1 Tomas en Aguas Superficiales.

4.5.1.1 En ríos.

La bocatoma se localizará en un tramo de la corriente que esté a salvo tanto de erosión como de cualquier descarga de aguas - residuales, para aislarla lo más posible de las fuentes de con taminación.

La clave de la tubería se situará a un nivel inferior al de las aguas mínimas de la corriente. La velocidad del agua a través de la rejilla deberá ser de 0.10 a 0.15 m/s, para evitar, hasta donde sea posible, el arrastre de sólidos flotantes.

La estructura inmediata a la transición se proyectará para que la velocidad mínima sea de 0.60 m/s, a fin de evitar azolves. El límite máximo de velocidad permisible estará fijado por las características del agua y el material del conducto.

4.5.1.2 En presas de almacenamiento.

Se proyectará la obra de toma dentro del vaso, esta torre debe rá tener varias compuertas localizadas a diferentes niveles, - con el objeto de poder captar las aguas a un nivel adecuado se gún lo indiquen los estudios microscópicos.

Cada toma deberá tener una rejilla formada por barras o alambres, y con una válvula de seccionamiento para la operación de la toma más adecuada.

La velocidad del agua en la entrada de la toma deberá ser menor a 0.60 m/s.

4.5.2 Tomas en Aguas Subterráneas.

4.5.2.1 Captación por medio de pozos.

Debido a que el estudio técnico de los pozos son tema de especialización por la amplitud y variedad de casos particulares, sólo se darán ciertas características para que su funcionamiento sea el adecuado.

Pozos profundos.

El sitio o sitios elegidos para la perforación estarán basados en un estudio geohidrológico y, en determinados casos, se debe rá complementar con un estudio geofísico.

Para el proyecto de perforación se tomará en cuenta la profundidad; que estará supeditada a las sugerencias dadas por los estudios antes mencionados.

Se deberá contar con un registro eléctrico con el fin de conocer la resistividad y definir las características del terreno atravesado y acuíferos aceptados.

El diámetro del ademe estará en función del diámetro de los tazones del equipo de bombeo que garanticen el gasto de explotación. Terminando el desarrollo y limpia del pozo se efectuará el aforo para un bombeo continuado de cuando menos 72 horas; - los resultados se deberán representar en una gráfica de gastos-abatimientos para poder determinar el gasto de explotación.

- Pozos someros.

Se construirán cuando se crea conveniente explotar el agua freática. El diámetro mínimo del pozo, cuando sea circular, - será de 1.50 m y deberá permitir que su construcción sea fácil.

Cuando la sección sea rectangular, la dimensión mínima será de 1.50 m. Para pozos con ademe de concreto, y cuando se usa el procedimiento de construcción llamado de "tipo indio", los anillos que queden situados en el estrato permeable llevarán perforaciones dimensionales de acuerdo a un previo estudio granulométrico; en caso de carecer de estos datos, se recomienda que el diámetro de las perforaciones sea de 25 a 50 cm de centro a

centro. Para pozos con ademe de mampostería de piedra o tabique, se dejarán espacios sin juntear en el estrato permeable, procurando apegarse a la consideración anterior.

4.5.2.2 Captación por galería filtrante.

Para el proyecto, se deberá contar con un corte geológico del terreno, obtenido de varios sondeos hechos en el lugar que se elija para la construcción de la galería, de acuerdo con las características de las corrientes superficiales y subterráneas, se puede construir transversal o paralela a la primera.

La tubería se colocará en el fondo de la zanja con pendiente hacia el cárcamo. Se utilizará tubería de acero tipo cedazo con ranuras de 4.78 a 6.35 mm, obteniendo el área de infiltración requerida, dividiendo el gasto entre la velocidad de entrada del agua a través de las ranuras, considerando un valor de 1.0 cm/seg. La longitud de la tubería se obtendrá dividiendo el área obtenida entre el área por metro que corresponda al diámetro considerado.

La zona filtrante estará constituida por material pétreo lavado, con una granulometría adecuada en relación con la granulometría del terreno natural del acuífero. La última capa estará formada por material producto de la excavación.

4.5.2.3 Captación en manantiales.

El proyecto deberá tomar en cuenta la protección de los afloramientos contra contaminaciones y también para evitar que se obturen. Se logra esto con la construcción de una caja, donde quedan aislados los afloramientos, procurando que éstos descarguen libremente. Se colocarán los siguientes accesorios. Rejilla en la entrada de la tubería de toma, un vertedor al nivel de los afloramientos, desagüe, un registro y una válvula de seccionamiento al principio de la conducción; además, se hará una zanja alrededor de la caja para interceptar el agua superficial que pueda escurrir hacia la caja y se construirá una cerca de alambre para evitar el acceso de animales y personas.

La zanja quedará situada de 5 a 10 m, de la caja y la cerca de alambre de 10 a 15 m.

No es recomendable alterar el sitio de afloramiento con el objeto de aumentar su producción.

4.6 Líneas de Conducción e Interconexión.

Una línea de conducción es la parte del sistema que sirve para transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento ó captación hasta las obras que abastecen a la población; estas obras pueden ser plantas potabilizadoras, de tanque de regularización o la propia red de distribución.

Las líneas de conducción pueden ser de dos tipos : gravedad y/o bombeo calculándose cualquiera de éstas con el gasto máximo diario o el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento.

Para proporcionar el suministro a todas las zonas de la ciudad, se proyectan líneas de interconexión sin servicio en ruta -esto es, que no se deberán hacer conexiones a lo largo de la línea- entre los tanques reguladores. Estas líneas pueden trabajar por gravedad o por bombeo, diseñadas en ambos casos con el gasto máximo diario.

Como los cálculos hidráulicos de las líneas de conducción e interconexión es el mismo, estos se presentarán a continuación indicando los criterios y expresiones empleadas para un resultado satisfactorio.

4.6.1 Conducción por Bombeo

Muchas veces no es posible realizar el transporte del agua por gravedad, que es la manera más económica, debido a que la zona de abastecimiento u obras de almacenamiento se encuentran más

arriba que la fuente los tanques de donde se distribuirá el agua, siendo necesario conducir el agua por medio del bombeo.

Para poder determinar el diámetro comercial que servirá para conducir el agua hay que hacer un estudio del diámetro más económico. Esto se realizará determinando el costo de operación anual para varias alternativas de diámetros propuestos, cuyo valor mínimo se da el que fija el diámetro más económico, cabe aclarar que muchas veces este valor no es el definitivo, y que solo representa un índice del costo total de la tubería y el equipo de operación.

En el cálculo de diámetro más económico se deberá considerar 20% de sobrepresión por golpe de ariete pues para protección del equipo de bombeo y de la tubería contra la sobrepresión por golpe de ariete se utilizarán válvulas aliviadoras de presión (que reducen hasta un 80% la sobrepresión por G. de A.).

Con el objeto de asegurar un servicio continuo se deberá tener un mínimo de dos equipos de bombeo en operación y en el caso de ser una línea importante se deberá contar con una unidad de bombeo extra.

Para el cálculo hidráulico de las líneas por bombeo se empleará la misma expresión que en las tuberías a presión trabajando por gravedad, y que se describirán en párrafos posteriores.

El cálculo de la sobrepresión por golpe de ariete se hará mediante la siguiente expresión.

$$h_p = \frac{145 \times V}{\sqrt{1 + \frac{E_a d}{E_t e}}}$$

Donde :

h_p = Sobrepresión por golpe de ariete, en m.

V = Velocidad del flujo; en m/s

E_a = Módulo de Elasticidad del agua = 20 670 Kg/cm²

E_t = Módulo de Elasticidad de las paredes del tubo :

para asbesto cemento = 328 000 (3.28 x 10⁵) Kg/cm²

para acero : 2 100 000 (2.1 x 10⁶) Kg/cm²

d = Diámetro del tubo; en cm.

e = Espesor de la pared del tubo, en cm.

Para facilitar los cálculos en estas líneas se desarrollará en una tabla de manera tabulada y que a continuación se presenta.

CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO

[illegible]

NOTA — EL diámetro más frecuente está dado por el menor valor determinado en la columna ②

4.6.2 Conducciones por Gravedad.

4.6.2.1 Canales.

Cuando se trata de canales a cielo abierto cualquiera que sea su sección transversal, éste deberá ser localizado siguiendo las curvas de nivel que permitan desarrollar la pendiente apropiada a fin de que la velocidad no produzca erosiones o azolves.

4.6.2.2 Tubería trabajando como canal.

En este tipo de canales no es necesario que "sigan" a las curvas de nivel ya que su sección es cerrada, esto les permite que puedan atravesar terrenos donde no sea posible hacer cortes para llevar un canal a cielo abierto, otras causas pueden ser: la inserción de bombas caseras o que el canal atraviese zonas agrícolas y/o ganaderas.

Para el cálculo hidráulico de los canales a cielo abierto o tuberías trabajando como canal se realizará mediante la fórmula de Manning expresada de la siguiente manera :

$$\left(\frac{Q_n}{S^{1/2}} \right)^3 = \frac{A^5}{P^2}$$

Donde :

Q = Gasto, en m^3/s

n = Rugosidad de las paredes del canal, Manning.

S = Pendiente en decimales.

A = Area hidráulica, en m^2

P = Périmetro mojado; en m

Debido a que el tirante está implícito en la expresión ésta - se calculará mediante un programa de calculadora. Presentándose al final de este inciso, el diagrama de flujo para una sección trapezoidal asimétrica y para una sección circular. (FIG. 5 y 6).

4.6.2.3 Tubería a presión trabajando por gravedad.

El diseño de estas líneas de gravedad consiste en aprovechar la carga disponible (entre los tanques que se conectarán) e igualarla con las pérdidas por fricción producidas a lo largo de la tubería, calculadas mediante la fórmula de Manning expresada de la siguiente manera :

$$h_f = K L Q^2 ; K = \frac{10.2936 n^2}{D^{16/3}}$$

Donde :

h_f = Pérdidas por fricción en m .

L = Longitud de la línea en m .

Q = Gasto máximo diario en m^3/s

n = Coeficiente de fricción, que es función del tipo de material con el que está fabricado el tubo.

D = Diámetro del tubo en m

Es importante hacer notar que en la mayoría de los casos el diámetro que se obtiene no es comercial (al que llamaremos teórico); siendo necesario proyectar la línea con dos ó más diámetros comerciales de tal manera que su combinación sea equivalente al $\emptyset$ teórico. Esto se logra si hacemos que :

$$\emptyset 1 > \emptyset \text{teórico} > \emptyset 2$$

donde : $\emptyset 1$ y $\emptyset 2$ son los diámetros comerciales, de tal manera que la suma de sus pérdidas (h_{f1} y h_{f2} respectivamente), sea igual a la carga disponible (H).

Para determinar la longitud de cada tramo se empleará la siguiente expresión :

$$L_1 = \frac{H - S_2 L}{S_1 - S_2} ; L_2 = L - L_1$$

$$h_{f1} = S_1 \cdot L_1 ; h_{f2} = S_2 \cdot L_2$$

Donde :

H = Carga total disponible en m.

L = Longitud total de la línea en m.

L_1 = Longitud de la tubería para el diámetro $\emptyset 1$ en m

L_2 = Longitud de la tubería para el diámetro $\emptyset 2$ en m.

S_1 = Pendiente del gradiente para la tubería con diámetro $\emptyset 1$.

S_2 = Pendiente del gradiente para la tubería con diámetro $\emptyset 2$.

hf_1 = Pérdidas por fricción de la tubería de diámetro $\emptyset 1$ en m.

hf_2 = Pérdidas por fricción de la tubería de diámetro $\emptyset 2$ en m.

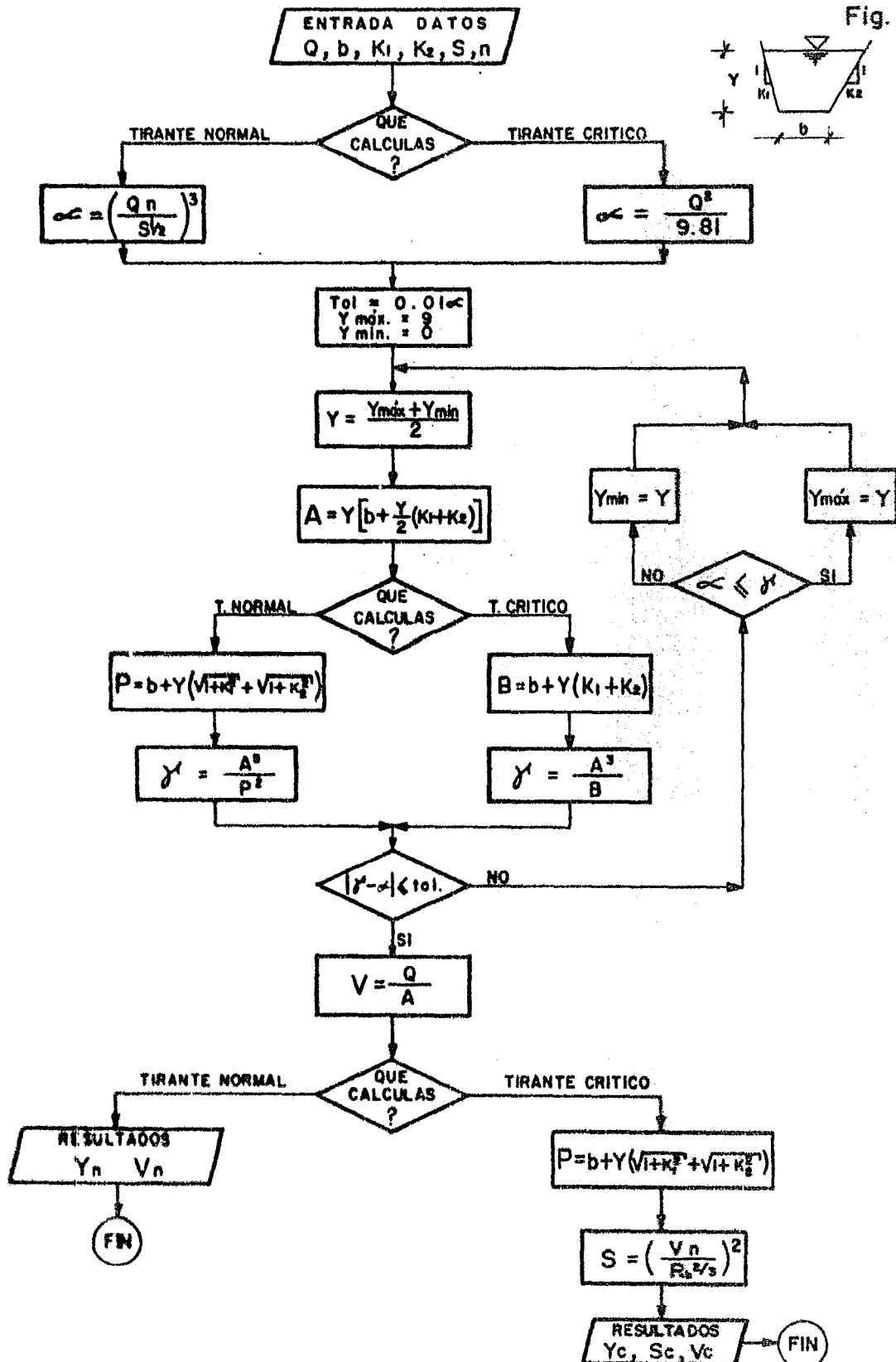
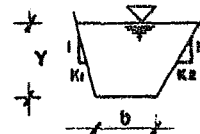
Al final de este inciso se presenta un diagrama de flujo para el cálculo de líneas a presión trabajando por gravedad mediante un programa de calculadoras (FIG. 7). Para la obtención de las expresiones de como obtener la longitud de cada tramo - (Véase el Anexo 1).

Consideraciones Generales en las líneas de conducción e interconexión.

Cuando la topografía es accidentada en el caso de las líneas de gravedad trabajando a presión y en las líneas por bombeo se localizarán válvulas de admisión y expulsión de aire en los sitios más elevados del perfil de la conducción. Cuando la topografía es uniforme las válvulas se deberán localizar en puntos situados entre 1.5 y 2 Km como máximo y naturalmente en los puntos más altos del perfil.

TIRANTE NORMAL Y CRITICO PARA SECCIONES TRAPECIALES

Fig. 5



TIRANTE NORMAL Y CRITICO PARA SECCION CIRCULAR

Fig. 6

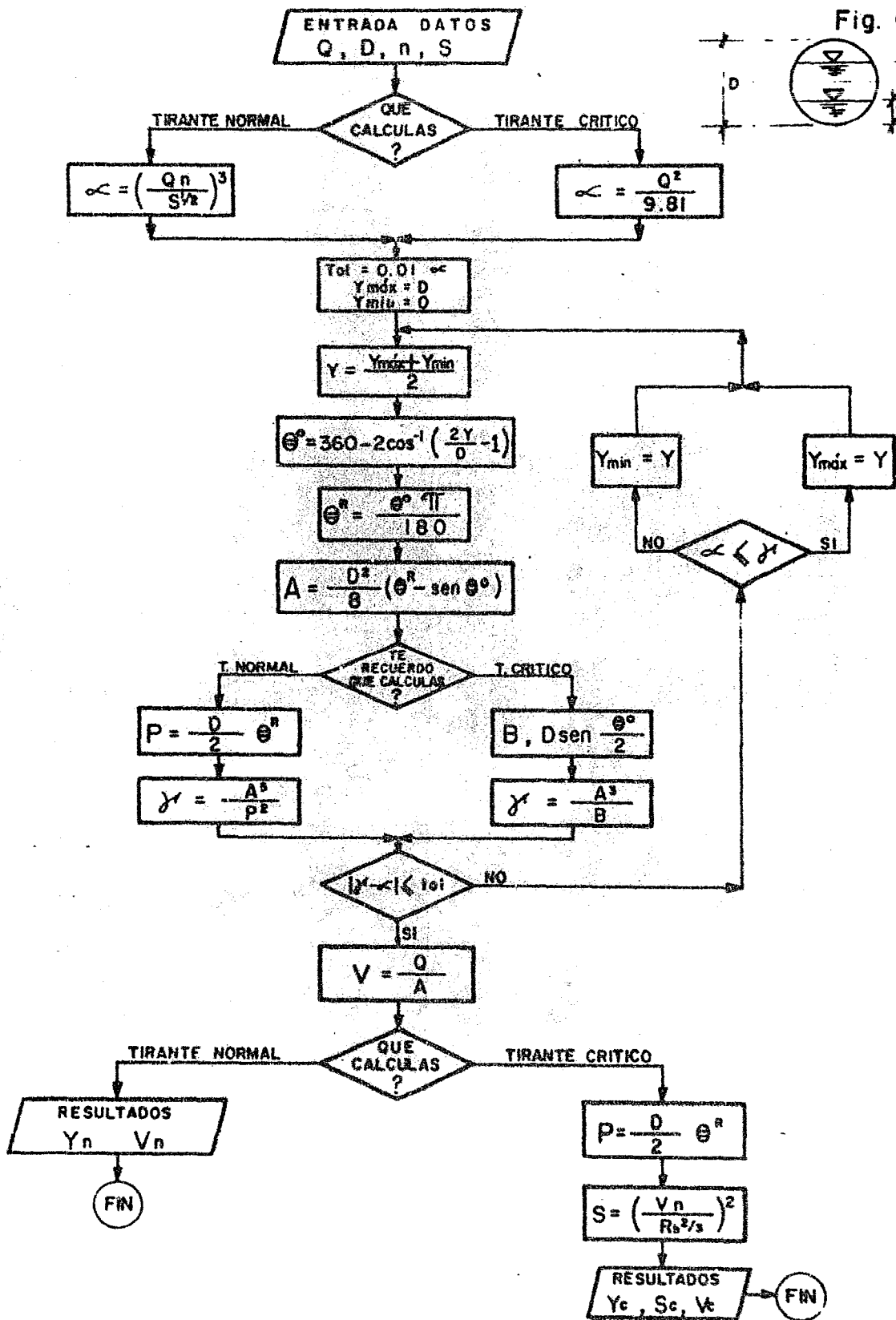
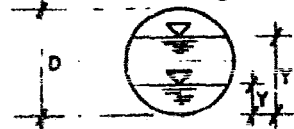
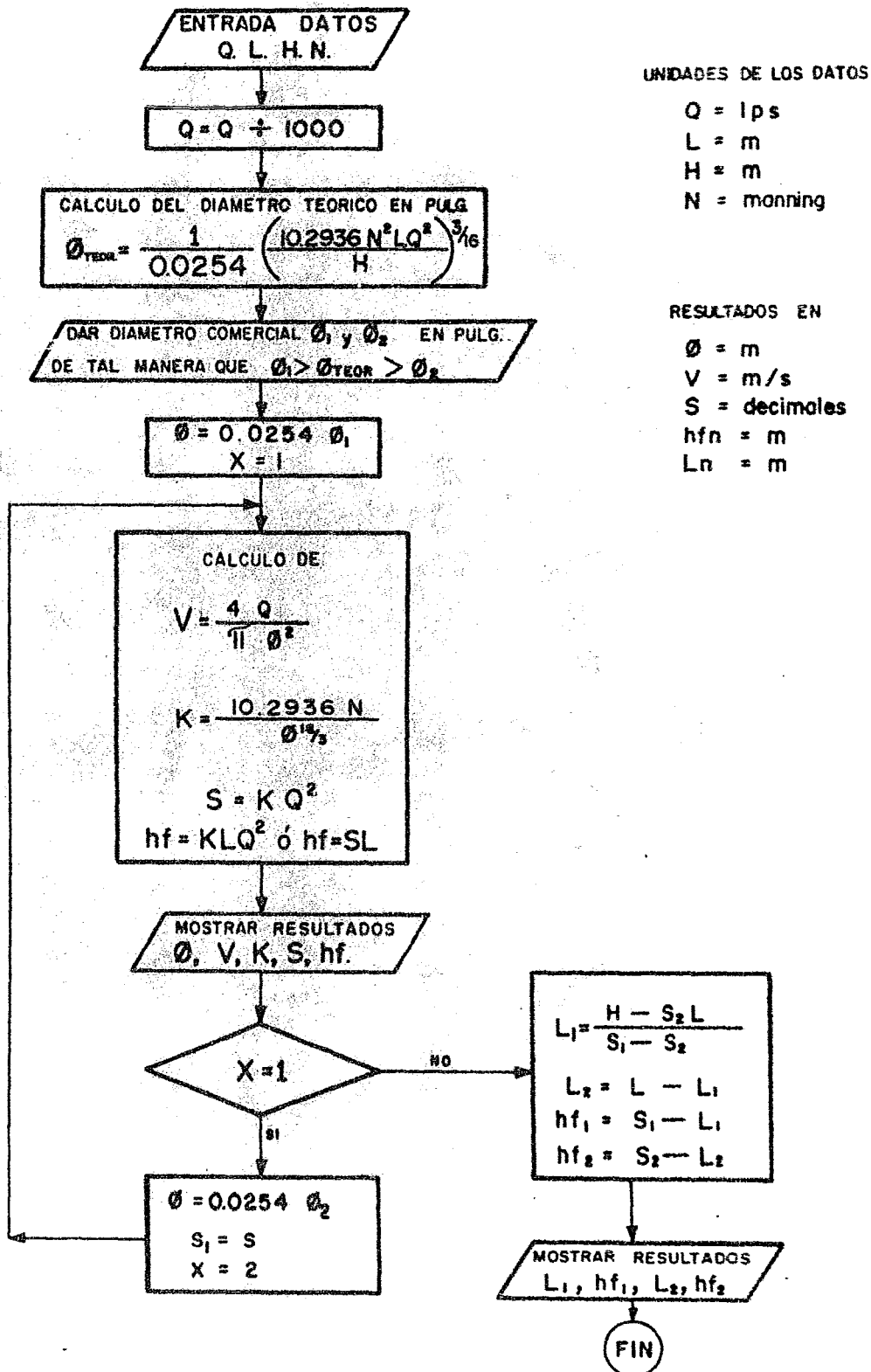


Fig. 7

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LINEAS DE GRAVEDAD A PRESION



El diámetro de las válvulas de aire se determinará en función del gasto de conducción y la presión en ese punto o por medio de monogramas que para tal fin tienen los fabricantes. En todos los casos las válvulas de aire se instalarán cuando la línea ya esté colocada.

Asimismo, en los puntos bajos de la línea se proyectarán desagües, justificados desde el punto de vista de operación, no es recomendable la utilización de válvulas para tal fin en los diámetros pequeños.

Es incuestionable que para la mejor protección de una tubería de cualquier material que sea deben quedar alojados en zanjas. Sin embargo, tuberías de acero o fierro fundido se podrán instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad. En el caso de tuberías de P.V.C. su instalación se hará siempre en zanjas.

4.7 Obras de Regularización.

Para el abastecimiento de una zona es necesario tener el control del gasto que requiera y para ello existen obras de regularización -- que son tanques de diferente sección y su capacidad está en función del gasto máximo diario o la ley de demandas de la localidad por regularizar.

Cuando no se conozca la ley de demandas, se calculará la capacidad de la siguiente forma : según SAHOP haciendo uso de los coeficientes de demanda horaria del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S. A. En general el horario más recomendable de bombeo es el de 24 hrs.

<u>TIEMPO DE BOMBEO</u>	<u>SUMINISTRO AL TANQUE (Hrs)</u>	<u>GASTO DE BOMBEO</u>	<u>CAPACIDAD DEL TANQUE (m³)</u>
0-24	24	QMD	$C = 14.58 \times QMD$
4-24	20	$1.2 \times QMD$	$C = 7.20 \times QMD$
6-22	16	$1.5 \times QMD$	$C = 15.30 \times QMD$

Donde :

QMD = Gasto máximo diario en L.P.S.

En aquellos casos en que el sistema sea por gravedad y cuando la fuente tenga la capacidad suficiente para proporcionar el gasto máximo horario, puede eliminarse el tanque regulador; sin embargo debe hacerse un estudio económico que permita definir si puede sustituirse el almacenamiento por una conducción capaz de llevar dicho caudal.

Capacidad del tanque para demanda de incendios.

Para ciudades donde se justifique considerar demanda para incendios, la capacidad adicional del terreno regulador se determinará como se indica a continuación :

Capacidad de incendio, dos horas, o más, de acuerdo al estudio realizado en cada caso del consumo para incendio, en m³.

Consumo de incendio : $Q = \text{No. de hidrantes en uso simultáneo} \times Q \text{ de hidratante.}$

4.7.1 Tanques Elevados.

Se justifica la instalación de un tanque elevado cuando no es posible construir un tanque superficial por no tenerse una elevación adecuada para satisfacer los requisitos de presión de la red que abastece la zona.

La altura de la torre del tanque podrá ser de 10 a 20 m, de acuerdo con la elevación del terreno en que se elija su construcción considerando los requisitos de presión ya mencionados.

El tipo de materiales con los que se proyecta construir obras de regularización y/o almacenamiento, deben seleccionarse de acuerdo con un estudio técnico económico, tomando en consideración los materiales de construcción disponibles en el lugar, la calidad de la mano de obra, sin descuidar las características físicas y sociales de la región.

4.7.2 Tanques Superficiales.

De preferencia se debe tener un depósito a nivel, se situará en una elevación natural de manera que la diferencia de nivel del piso del tanque, con respecto a los puntos más altos y bajos de la zona por abastecer sea de 15 y 50 m respectivamente.

La estructuración del tanque se efectuará básicamente de -
do a las características del terreno, tirante máximo
capacidad y tipo de tanque por construir. Considerando el -
po de terreno para determinar el tipo de cimentación.

4.8 Red de Distribución.

La red de distribución tiene la finalidad de proporcionar el -
agua potable al usuario en cantidad y calidad adecuada con presiones que -
varíen de 1.5 a 5.0 Km/cm², calculándose todas las líneas de la red con el
gasto máximo horario.

La red de distribución estará compuesta por tubería que pueden
ser de fierro fundido, asbesto-cemento y/o P.V.C. a las que denominaremos
líneas de alimentación, tuberías principales o troncales, líneas abiertas
y líneas secundarias o de relleno.

Las líneas de alimentación que son tuberías sin servicio en ru
ta (es decir, que no tenga inserciones para tomas domiciliarias o conexione
nes para otras tuberías), que suministrarán el agua a la red y que, partien
do de un tanque, fuente o línea de conducción termina en el nudo donde se
hace la primera derivación de la red.

Las líneas principales o troncales, siguen en importancia en
cuanto al gasto que por ellas circula, sirven para formar los circuitos y
estas tuberías se localizan a distancias unas de otras entre 400 y 600 m.
A éstas líneas se conectan las líneas abiertas y las líneas secundarias o
de relleno.

Las líneas de red abierta, son tuberías que no forman circuitos y sirven para alimentar a zonas muy pequeñas o zonas aisladas. Finalmente las líneas secundarias o de relleno son tuberías que van conectadas a los circuitos y entre ellas mismas para formar la red que distribuirá el gasto por las diferentes calles que quedarán dentro del circuito.

Para el cálculo hidráulico de las líneas de alimentación se hará con el gasto máximo horario de la zona que alimentará.

El cálculo hidráulico de las tuberías principales se resume a continuación :

- Red de líneas abiertas.

Las tuberías principales se calcularán con el gasto acumulado que le corresponde a partir del gasto máximo horario, iniciando la acumulación por el extremo más alejado.

- Red de circuitos.

Las tuberías principales se calcularán con el método de Hardy Cross. Método que resuelve el equilibrio hidráulico de la red por aproximaciones sucesivas, utilizando el procedimiento de consumo por nudo, es decir, los diámetros de los tubos se determinarán con el gasto acumulado que pasa por dicho tubo, de tal manera que la carga disponible que tenga no exceda la permisible (5Kg/cm^2). Considerando que para una ciudad las zonas de abastecimiento están formadas por varios circuitos éstos se calcularán con el auxilio de un programa de computadora electrónica.

Un circuito está formado por tubos y nudos : un tubo es el tramo de tubería que está limitado por los nudos y un nudo es aquel punto donde concurren tuberías secundarias o más de dos tuberías principales, las terminales, los puntos donde haya cambio de diámetro o rugosidad y finalmente se puede considerar como nudo, aquellos puntos donde interese conocer su carga disponible.

- Distribución de gastos en los circuitos.

Para hacer la distribución del gasto máximo horario de la zona, se plantean dos posibles soluciones (dependiendo de los datos que se tengan), mismas que se describirán a continuación :

- Cuando en la zona se tienen diferentes densidades de población.
- Cuando en la zona se tiene la misma densidad de población.

Para el primer caso : una vez teniendo la traza de los circuitos que componen la zona, se procede a calcular el gasto que distribuirá cada circuito, (a través de todos los nudos que tenga el circuito). Dicho gasto se obtiene sumando el gasto ($Q_{max h}$) de cada una de las áreas (de diferente densidad), que quedaron dentro del circuito.

$$Q_c = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\text{Dot.} \times (a \times \text{Dens})n}{86\,400} \times C_d \times C_h \right]$$

Para el segundo caso, la solución es más sencilla pues simplemente se obtiene el gasto máximo horario de toda la zona y se divide entre cada área formada por los circuitos. Al igual que el caso anterior el gasto se distribuirá a través de todos los nudos que tenga el circuito.

$$Q_c = \frac{\text{Dot.} \times A \times \text{Dens}}{86\,400} \times C_d \times C_h$$

Donde :

Q_c = Gasto máximo horario por circuito.

Dot. = Dotación para toda la población.

a = Es cada una de las áreas de diferente densidad que quedo dentro del circuito.

Dens = Densidad correspondiente.

C_d y C_h = Coeficientes de consumo diario y horario respectivamente.

A = Es el área total formada en el circuito, $A = \sum_{i=1}^n a$

Para hacer la distribución del gasto en los nudos se hizo un pequeño programa para calculadora y que a continuación se describe.

Distribución de gastos en circuitos cerrados, para hacer la -- distribución del gasto en un circuito cerrado; se trata de que los gastos -- por nudo estén cerrados a dos decimales y que la suma de ellos sea el gasto total del circuito.

Para tal efecto se realizó un diagrama de flujo el cual contiene las expresiones necesarias para hacer dicha distribución. (Ver Fig. 8).

Las expresiones están determinadas para que la distribución del gasto total por circuito entre el número de nudos del mismo, solo dé dos - valores diferentes de gasto en los nudos, esto es que cumpla con :

$$Q = Q_1 n_1 + Q_2 n_2 ; \quad n = n_1 + n_2$$

Donde :

Q = Gasto total del circuito.

n = Número de nudos del circuito.

n_1 = Número de nudos con un Q_1

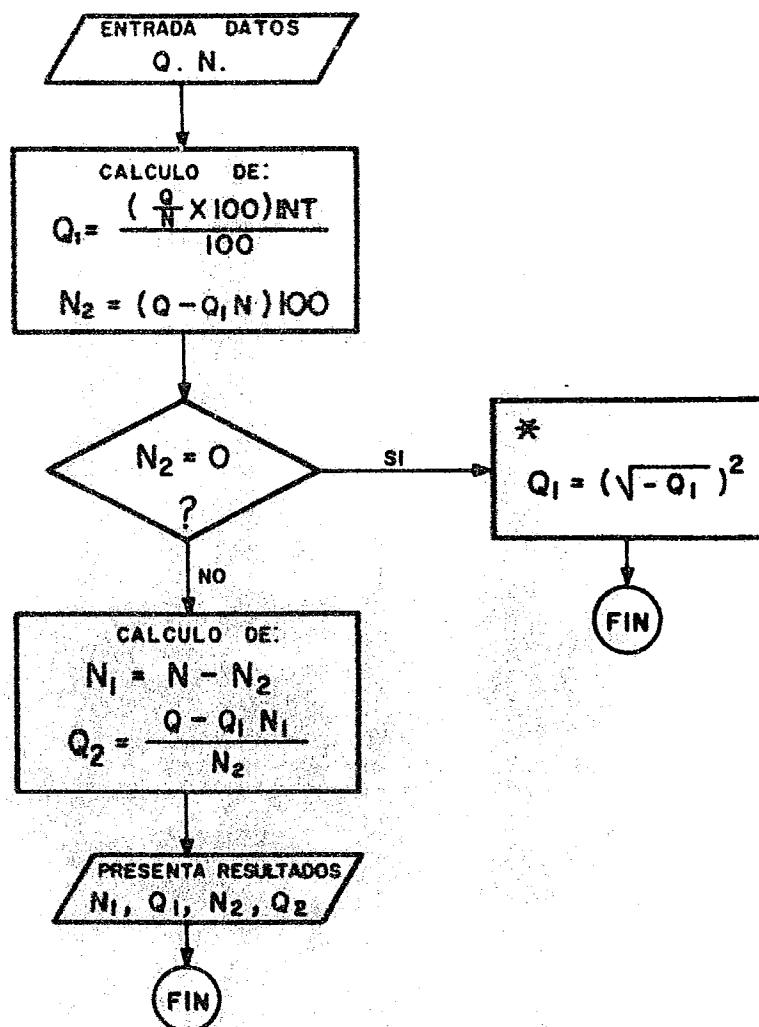
n_2 = Número de nudos con un Q_2

Las expresiones de cálculo están determinadas para que los gastos Q_1 y Q_2 contengan dos decimales. En caso de que se requiera una aproximación mayor sólo hay que sustituir en las expresiones el 100 por 1 000 - cuando se requiera el resultado al milésimo, y así sucesivamente.

La codificación para este programa se presenta en el Anexo 2.

Fig. 8

DISTRIBUCION DE GASTOS EN CIRCUITOS CERRADOS



(*) NOTA:

Como se observa en la decisión cuando es "SI" presenta una operación no admitida. Esto indica que:

Q_1 es el mismo gasto para todos los nudos, pues

$N_1 = N$ y $N_2 = Q_2 = 0$

Como el programa se hizo para una calculadora

T1 - 58 ó T1 - 59 el valor de Q_1 se presenta intermitente.

4.3 Presupuesto.

Es evidente que la precisión alcanzada en el estudio de la fase económica deberá guardar relación con el grado de precisión de la fase tecnica pues ambas hay que considerarlas simultáneamente. Así para adoptar una decisión no se requiere contar con todos los detalles técnicos de la -- etapa física de montaje del proyecto; lo que se necesita es que los estu---dios de ingeniería contengan suficiente información para poder basar en -- ella un precio económico (presupuesto) que permita decidir prelaciones. Es evidente que las cifras varían cuando se afinen los estudios y después de - realizar el proyecto, pero esto no importará, siempre que las variaciones no sean de tal naturaleza que alteren la sustancia económica preliminar.

El cálculo de los gastos o costos del proyecto se realizará asignando precios a los distintos recursos requeridos; físicamente cuantifica--dos (por medio de los planos) de acuerdo con los estudios de los puntos anteriores. Solo se considerará aquí la valorización a precios del mercado.

Por lo que el presupuesto de la obras al sistema de abastecimiento de agua potable se hará de manera tal que detalle todos los conceptos de las obras generales, tanto por lo que se refiere a mano de obra como a materiales, haciendo distinción por lo que respecta a tuberías y equipos.

Se presentará el resumen de dicho presupuesto por separado.

5. ESTUDIO FINANCIERO DEL PROYECTO.

Antes de abordar este capítulo conviene aclarar que para un economista podrán parecerle superfluas las explicaciones que en este capítulo se dan sobre la función, demanda y elasticidad económica del proyecto, pero hay que recordar que es muy probable que el ingeniero, no esté familiarizado con dichos conceptos y que le será más fácil encontrar la explicación aquí, que buscarla en textos de economía, donde, además el tema no es tará tratado en función del estudio de proyectos.

Para llevar a cabo un proyecto es necesario establecer como será financiado y como se estructura la entidad responsable de su ejecución. En síntesis es preciso concebir un organismo determinado que cuente efectiva o virtuosamente con los fondos del financiamiento, realice las obras proyectadas y las obras de conexión al público usuario. La mayoría de los problemas prácticos que se presenten durante la ejecución del proyecto no se podrán plantear y resolver en su etapa de estudio y estos serán confiados a ese organismo. Pero los conceptos fundamentales relacionados con la organización, financiamiento y aquellos en los que tienen que ver con la transición -desde su etapa de formulación hasta la de su ejecución-, debiéndose plantear en la etapa de estudio del proyecto y que al constituirse el organismo operador los proyectistas dejarán su lugar a los funcionarios ejecutivos y administradores. Se sobreentiende que el personal que se hará cargo de la iniciativa tendrá la capacidad y los conocimientos adecuados.

5.1 Evaluación Financiera del Proyecto.

El objetivo de los proyectos de inversión es contribuir al bienestar nacional. Dado que no hay manera de medir el bienestar nacional, se es tablece un juego de supuestos para pasar a un concepto cuantificable : Ingresos y Costos.

El análisis beneficio-costos y los demás coeficientes de evaluación económica de un proyecto. Plantean varias consideraciones respecto a los beneficios, costos, tipo de descuento, etc. significativas que deben incluirse en el análisis. Cada una de ellas debe ser enfocada tomando en cuenta la función objetivo.

Así en base a los estudios realizados en los puntos anteriores, se integrará y ordenará el estudio de evaluación financiera, cuyos objetivos generales para presentar a las instituciones financieras serán :

Justificar técnica, económica y socialmente el proyecto.

- Proporcionar una base para la negociación crediticia entre los organismos operadores demandantes de servicios y las justificaciones de crédito.
- Proporcionar una guía precisa para ejercer las inversiones y ejecutar las obras.

5.1.1 Financiamiento del Proyecto.

En esta sección del estudio se tratará del financiamiento del proyecto y no al plan financiero del organismo operador.

En este mismo punto se deberá estimar la novedad del proyecto en la localidad para la creación de empleos y para ello es necesario contar con diagramas de construcción de todo el proyecto.

5.1.2 Indicadores de Evaluación.

Los estudios deberán subrayar cuales son las características e indicadores necesarios para facilitar la buena ejecución del proyecto, tales como :

- Número de conexiones por instalar.
- Porcentaje de población servida.
- Porcentaje de agua no contabilizada.
- No. de personas por conexión.
- Costo unitario de producción.
- Máxima capacidad de producción.
- Tipos de servicio (doméstico, comercial e industrial).
- Rangos de consumo.

5.2 Análisis Financiero.

Se deberá explicar cómo la situación financiera del organismo operador ha evolucionado en el pasado y subrayar cuales son sus principales problemas, así como las razones.

También se deberán describir todas las fuentes de ingresos y su importancia dentro de la totalidad de los ingresos del organismo operador. Señalar los ingresos que sean directamente recaudados por el organismo operador. Describir y evaluar la estructura y los niveles de tarifa -- por los servicios de agua potable.

Se presentará una tabla dando el plan financiero del organismo operador para el período de construcción de la obra financiera, indicando cuales serán las participaciones financieras de los usuarios en cuanto a la inversión en redes secundarias y costos de conexiones.

5.3 Análisis Económico y Social.

En el análisis financiero de los grandes proyectos, especialmente aquellos caracterizados por un período de vida extremadamente largo y sustanciales beneficios indirectos difícilmente determinables, el criterio seguido se conoce con el nombre de beneficio-costos.

La relación beneficio-costo, permite obtener la utilidad neta para cada peso invertido durante la construcción y funcionamiento del proyecto.

El cálculo de este coeficiente se basa en los beneficios y -- costos pero actualizados o en valor presente.

$$R = \frac{\text{beneficio actualizado}}{\text{costo actualizado}}$$

Es lógico que esta relación tiene que ser mayor que la unidad pues de otra manera lo que se tendrían serían pérdidas.

5.3.1 Beneficio del Proyecto.

Los beneficios económicos y sociales del proyecto deben ser en listados por orden de importancia, estos beneficios deben ser relacionados a los objetivos del proyecto descritos anterior-- mente. Los beneficios posibles incluyen la población incremen-- tada a servir por el proyecto, los mejoramientos en el suelo de la población, la creación de empleos, mejoramiento en la -- productividad y mejoramientos ecológicos.

Sin embargo, al considerar los beneficios que se deben incluir en este tipo de análisis, hay que distinguir los beneficios directos e indirectos.

Los beneficios directos son los beneficios atribuibles directamente a la inversión y los indirectos son todos aquellos -- efectos externos hacia adelante y hacia atrás que genera el -- proyecto. Medidos por las ganancias de las empresas que trans forman, transportan y comercializan los productos derivados - del proyecto.

5.3.2 Tasa de Retorno Financiera.

Definición.- La tasa de interés para la cual beneficio-costos es igual a la unidad, se llama tasa de rendimiento interno (Ta sa de Retorno), es la que nos permite ver que el proyecto recu pera más rápido la inversión.

Se calculará la tasa de retorno financiera usando los costos - operacionales e ingresos, tanto en el período histórico (cuando menos 3 años anteriores), como en el período de proyecciones que se considere a partir del cociente :

$$UAD = IT - TCO$$

$$UAI = UAD - D$$

Donde :

TR = Tasa de retorno.

BTR = Base de la tasa de retorno.

IT = Ingresos totales.

TCO = Total de costos operacionales.

UAD = Utilidad antes de depreciación.

D = Depreciación.

UAI = Utilidad antes de intereses.

Definiciones :

UAD = Unidad antes de depreciación (unidad bruta). Es el resultado de la diferencia entre los ingresos totales (IT) anuales desde por lo menos tres años antes y los costos totales de operación, mantenimiento y reemplazo de los mismo períodos.

UAI = Utilidad antes de interés. Es la que resulta de restar a la UAD, la depreciación misma.

BTR (La base para la tasa de retorno). Es la diferencia de los promedios de activos netos menos el promedio de las contribuciones revaluadas netas, o sea :

$$BTR = \frac{AFN (1) + AFN (2)}{2} - \frac{CRN (1) + CRN (2)}{2}$$

Donde :

AFN (1) = Activos fijos a principio del año.

AFN (2) = Activos fijos netos a fin de año.

CRN (1) = Contribuciones revaluadas netas a principio del año.

CRN (2) = Contribuciones revaluadas netas a fin de año.

S E G U N D A P A R T E .

En la primera parte se han dado una serie de normas y elementos encaminados para la realización de los estudios mínimos, que requiere el desarrollo de un Proyecto para el abastecimiento de agua potable en cualquier centro urbano de nuestro país. En esta segunda parte se mostrarán con ejemplos dichos conceptos aplicados en tres ciudades del país: Chilpancingo, Gro., Saltillo, Coah., y Delicias, Chih.

Debido a que los cinco capítulos que componen esta Tesis están estrechamente correlacionados, los capítulos 1, 2, 3 y 5. Se aplicarán en la Cd. de Chilpancingo, Gro., para que haya continuidad en el ejemplo, y para tener una mejor concepción práctica de la parte técnica del Proyecto, se desarrollará el capítulo 4 (Contextura Técnica) con datos y elementos de las tres ciudades mencionadas.

1.- ANTECEDENTES QUE GENERAN LA NECESIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE,

1.1 Causas que Generan la Necesidad del Servicio.

La ciudad de Chilpancingo, Gro, cuenta con instalaciones capaces de suministrar hasta 261 l.p.s., de agua que se considera de buena calidad. Sin embargo, se estima que actualmente la ciudad de Chilpancingo, tiene una población de 74,000 habitantes y para su aprovechamiento de agua potable cuenta solamente en épocas de estiaje con 73 l.p.s. producto de varios manantiales y pozos profundos cercanos a la ciudad, considerando éste y una dotación promedio de 200 lts/hab/día, se puede determinar que la población servida está muy por abajo de la población actual, por lo que se hace evidente que el gasto disponible resulta insuficiente para cubrir la demanda inmediata y aún más la futura, cualquiera que sea su magnitud y uso.

Existe además otra deficiencia y ésta es, que actualmente trabajan dos unidades de bombeo de 42 l.p.s. c/u como máximo, de las cuatro que tienen en el sistema Acahuizotla. No es posible por otra parte operar simultáneamente las 4 unidades ya que la presión originada por el gasto bombeado no es soportada por la red de distribución que ha sido ampliada a través de los años en forma anárquica sin un proyecto director.

Ante esta situación es necesario realizar el proyecto para la rehabilitación y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la Cd. de Chilpancingo, Gro.

2. ESTUDIO SOCIOECONOMICO.

2.1 Características Generales de la Localidad.

2.1.1 Factores físicos.

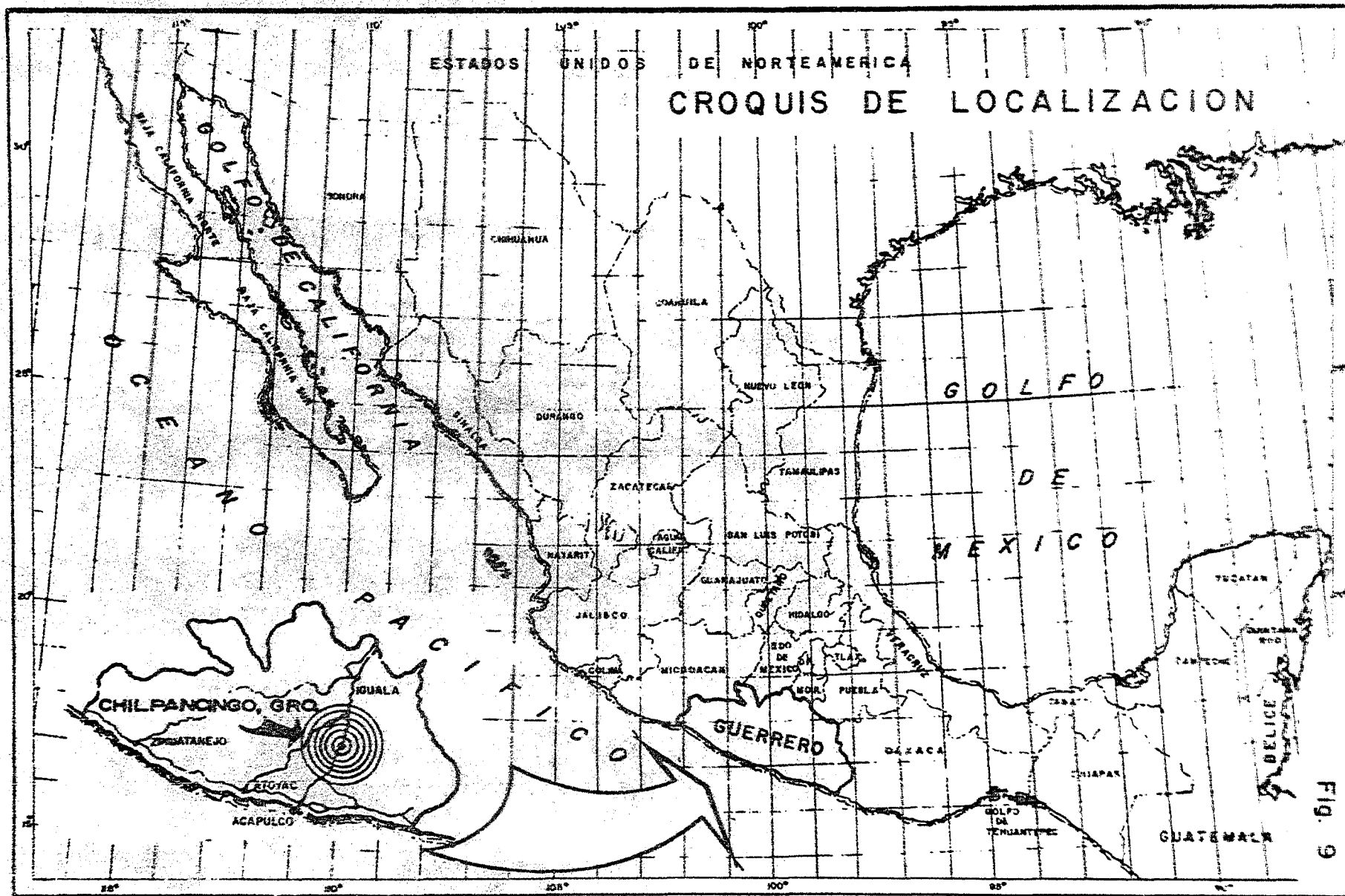
CHILPANCINGO, GRO.

2.1.1.1 Características geográficas.

El estado de Guerrero se encuentra localizado en la parte sur de la República Mexicana, situada en los paralelos $16^{\circ}15'$ y $18^{\circ}48'$ de latitud norte y los meridianos $98^{\circ}05'$ y $102^{\circ}10'$ de latitud oeste del Meridiano de Greenwich. (Ver Fig. No. 9)

El estado colinda al norte con los estados de México, Morelos y Puebla, al sur con el Océano Pacífico, al este con Oaxaca y al oeste con Michoacán, tiene una extensión de $63\,794\text{ Km}^2$.

La ciudad de Chilpancingo se encuentra localizada entre los $17^{\circ}33'10''$ de latitud norte y $99^{\circ}30'03''$ de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, su altura media sobre el nivel del mar es de 1 360 m. (Ver Fig. No. 10).



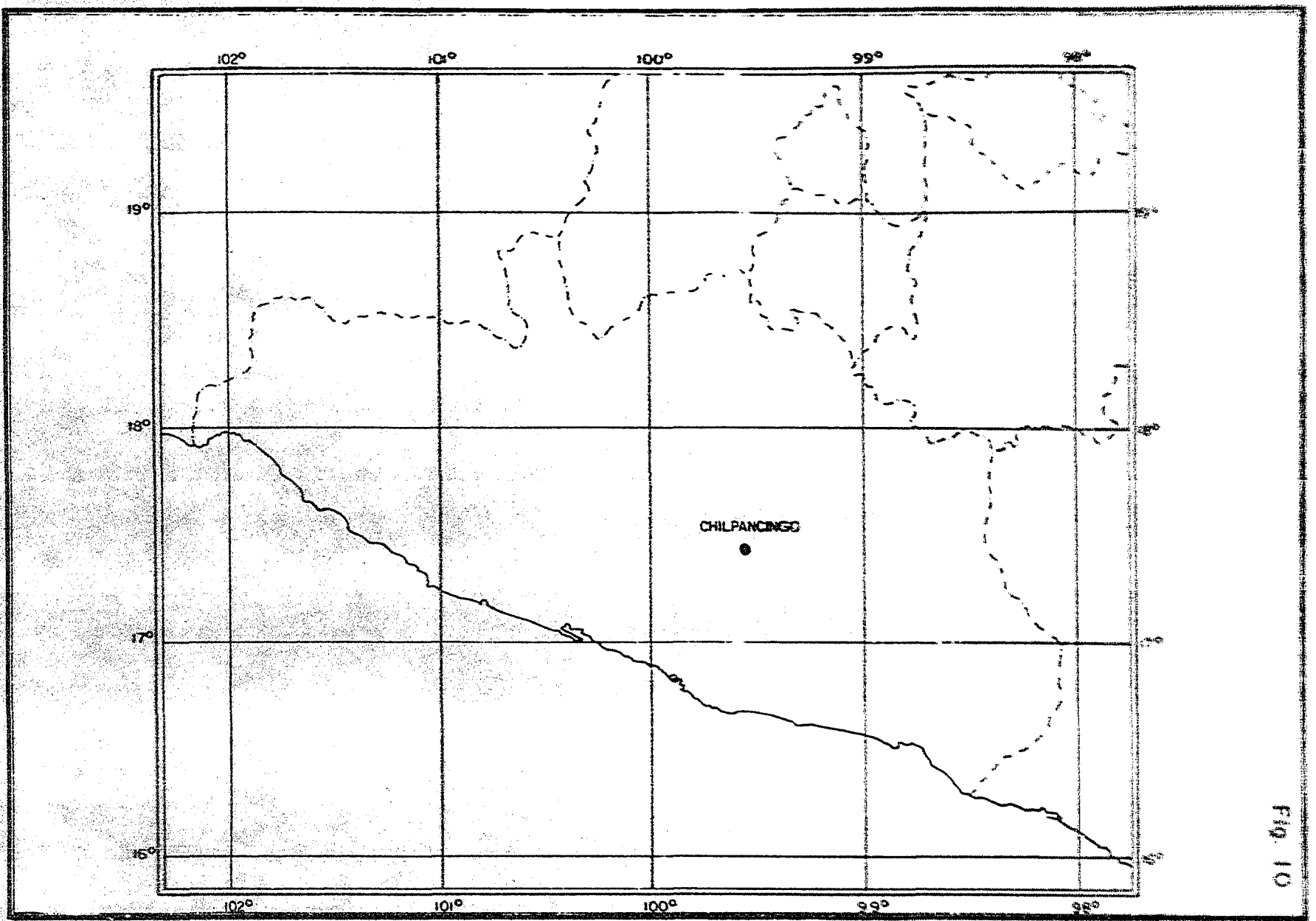


Fig 10

Chilpancingo capital del estado, se encuentra ubicada en el valle del mismo nombre, uno de los dos más importantes del estado, que está localizado dentro de la región montañosa meridional del país, zona de alta sismicidad. (Ver Fig. No. 11)

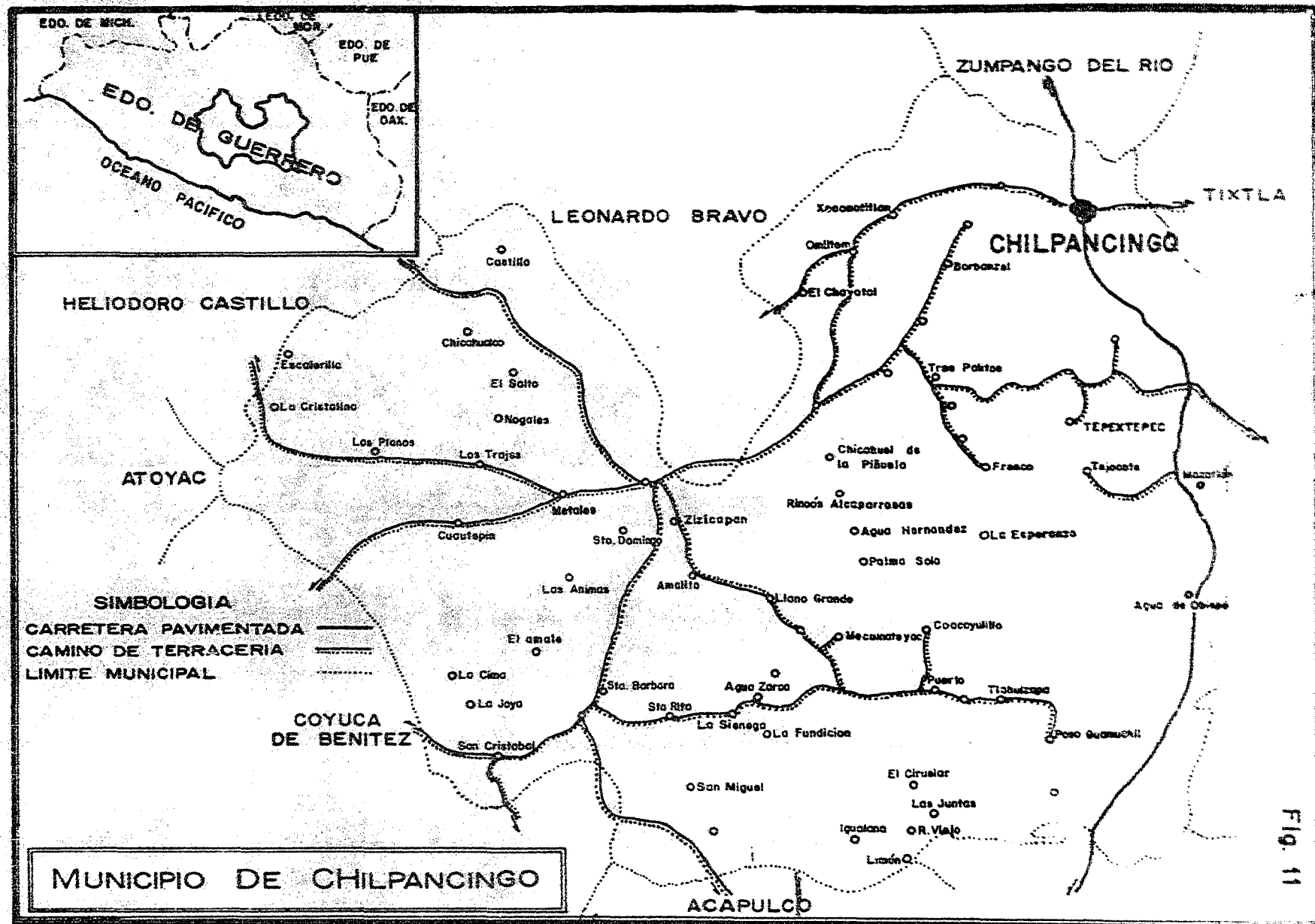
OROGRAFIA.

Es indudable que la orografía del estado es accidentada, presentándose como una gran barrera natural a las comunicaciones terrestres. Ya que el estado de Guerrero se localiza en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

La topografía accidentada, junto con algunas características socioeconómicas ha creado distinción entre cinco zonas : Zona de las Costas, Zona de Montañas, Zona Norte, Zona de la Tierra Caliente y Zona Central.

Dentro de la región central se encuentran varias Sierras, como la de Camomorado, Igualatlaco y otras, en esta porción destacan dos de los valles más importantes del estado de Guerrero: el de Chilpancingo en el centro, que es la zona donde asientan la capital del estado, y el de Iguala que se localiza al norte.

Los terrenos planos son pocos, entre ellos el valle de Chilpancingo. Tixtla, Mazatlán, Chichihualco, Buenavista y otras áreas un tanto planas que se encuentran en las vegas de los ríos



La llanura costera del Océano Pacífico es muy angosta, en algunas partes la sierra penetra hasta el mar y forma acantilados y bahías como en el caso de Acapulco y Zihuatanejo.

Generalizando podemos decir que en el estado se encuentra una gran diversidad de suelos entre los que sobresalen el de praderas, muy benéficas para la agricultura y el desarrollo forestal (45% de la superficie total), y el de laderas de montaña, con un 30% de superficie total. El suelo negro, rico en humus, cubre aproximadamente el 24% de la superficie del estado.

GEOLOGIA.

La principal formación del municipio es "la formación Chilpancingo" que parece estar restringida únicamente al valle de Chilpancingo y ha sido cartografiado por su importancia en cuanto a la tectónica regional.

La formación Chilpancingo comprende una secuencia con un espesor máximo aproximado de 200 m de conglomerados, areniscas, limotitas y arcillas; que constituyen una serie de abanicos aluviales coalescentes. Los afloramientos naturales de esta formación en buen estado son pocos ya que el caliche tiende a cubrir el terreno, en los cortes artificiales, sin embargo, permiten apreciar su litografía a lo largo de la carretera México-Acapulco al suroeste de Petaquillas.

Los sedimentos que constituyen ésta formación son de color -- gris y beige y están poco litificados, los clásicos contienen muchos elementos volcánicos principalmente en forma de toba -- epiclásticas; varios horizontes tienen aspecto margoso debido al contenido del carbonato de calcio precipitado en agua dulce.

Las rocas más abundantes son las rocas volcánicas y las calizas, entre éstas dos hay rocas sedimentarias rojas de origen continental, guardan la posición en que fueron depositadas o -- están ladeadas por fallas. Las rocas volcánicas constituyen -- mesetas con acantilados en sus bordes que dan un aspecto escalonado a la región.

2.1.1.2 Características Climatológicas.

El clima del valle de Chilpancingo se puede considerar según -- la clasificación de climas como semicálido, siendo el más húmedo de los subhúmedos. Su temperatura máxima es de 31.1°C en -- mayo y la mínima de 12.9°C en enero, con una oscilación de -- 17.2°C .

El período de lluvias abarca de mayo a octubre con un promedio de 92 días y una precipitación pluvial promedio anual de 1 000 mm, los vientos dominantes se localizan en dirección sur-este con una velocidad media de 4.3 m/s.

2.1.1.3 Características Hidrográficas.

El sistema de drenaje al norte de las crestas de la Sierra Madre del Sur, pertenecen a la cuenca del Balsas que vierte sus aguas al Océano Pacífico, después de ser aprovechada para generar energía eléctrica en las presas del Infiernillo y la Villata, esta última se usa para riego.

Sobre el flanco sur de la Sierra Madre del Sur, se originan numerosos ríos que desembocan directamente en el Océano Pacífico, siendo los más importantes el Ixtapa, San Luis de la Loma, Papagayo, el Grande y otros.

En la costa del Pacífico se encuentran algunas lagunas entre las que sobresalen las de Coyuca, Tres Palos, Tecamate y la de Chautengo.

La cuenca en que se ubica la ciudad de Chilpancingo se drena por medio del río Huacapa, mismo al que vierten las aguas residuales de la ciudad, siguiendo un curso más o menos paralelo a la carretera México-Acapulco, hasta las localidades de Tepichicotlán y Mochitlán que utilizan sus aguas para riego.

En la región de Chilpancingo existe una serie de manantiales que pueden considerarse de importancia para el bienestar de la

población, el manantial que surte el agua potable a la región de Petaquillas se encuentra a 5 Km al sur de Chilpancingo.

Los manantiales de "Agua Fría" junto con los de la barranca "La Perra" y la incorporación del agua del manantial los "Portrerillos", constituyen uno de los abastecimientos más importantes de agua potable de la ciudad de Chilpancingo, a toda esta agua captada en esta zona se le da el nombre de "Omitemi".

Existen dos manantiales que pueden ser de importancia para solventar el problema futuro de dotación del agua potable a la ciudad. Uno de ellos es el manantial "Ojo de Agua" ubicado a 14 Km del entronque con la carretera a Acapulco en un lugar llamado "Barranca Honda" y el manantial de "La Imagen" localizado a 25 Km de la ciudad rumbo a Acapulco, éste último escurrimiento nunca se seca debido a que en épocas de estiaje, el cauce del lado derecho dejar de escurrir, pero, el lado izquierdo permanezca casi con su mismo caudal, el afloramiento del cauce derecho se puede apreciar desde la carretera.

2.1.2 Factores Económicos.

Se puede mencionar como factores determinantes para la economía del municipio a la agricultura y para tal se han creado, obras para tener un sistema de riego eficiente, cabe mencionar que se riegan 745.2 Has, beneficiando a 375 ejidatarios y a -

19 pequeños propietarios. Entre los cultivos principales que se siembran destacan por su extensión sembrada : el maíz, el frijol, caña de azúcar y en menor cantidad el arroz, hortalizas, jitomate, chile, tomate, cacahuete y sorgo.

Debido a que el clima y el terreno son propicios para la siembra de árboles frutales, gran parte de la población se dedica a ésta actividad, donde se obtienen gran diversidad de frutas. La mayor parte de la producción se destina para la venta distribuyéndose en las ciudades de Chilpancingo, Acapulco e Iguala y una mínima parte para su consumo.

La producción de ganado está constituida por tres razas principalmente : Holstein, Cebú y Criollo, de tal manera que se tiene el 13 de cabezas Holstein Fresian, de ganado Cebú se tiene el 7% y el ganado Criollo representa el 80 del total. Otros ganados que se tienen son bovino y porcino. Finalmente de los productos derivados de la ganadería, los que tienen mayor rendimiento son la leche y el queso.

La minería en Guerrero se fundamentó en la explotación de oro, plata, plomo, cobre, fierro, antimonio, mercurio, caolín, bentonita, arcilla y en menor escala caliza, barita y asbesto. Esta actividad no se ha desarrollado plenamente debido en parte a la escasa infraestructura de que se dispone aún cuando por las condiciones geológicas, el estado tiene amplios recursos naturales que pueden incrementar el desarrollo minero.

Riqueza Forestal . Guerrero cuenta con extensas superficies forestales, se estima que alrededor de 35% de la superficie es total (la entidad con el 8% de la superficie maderable del país), la mayor parte se localiza en la zona montañosa y en menor proporción en la región costera. Un obstáculo de significación, lo constituye la falta de integración de las industrias derivadas y la poca utilización de su capacidad instalada, además existen otros problemas de peso como son la tala ilegal y los frecuentes incendios sobre todo en épocas de sequía.

Por otra parte, la deficiente infraestructura de caminos de penetración limita las posibilidades de explotación, amplias zonas de enorme potencial se encuentran aisladas.

2.1.3 Factores Sociales.

La ciudad de Chilpancingo tiene una área urbana de 720 Has; como municipio es uno de los más extensos de la región centro del estado contando con una superficie de 2 338.4 Km², lo que significa el 25.6% en relación con la región central que tiene 9 135 Km² y 3.7% con respecto al estado.

2.1.3.1 Vías de comunicación.

La principal vía terrestre con que cuenta la ciudad de Chilpancingo es la carretera México-Acapulco, que une a los centros de población más importantes del municipio como son : Taxco,

Iguala y Chilpancingo (esta ciudad en el Km 280); además una -
otras localidades de menor importancia como Xalitla, Mezcala,
Zumpango del Río, Tierra Blanca, etc. (Ver Fig. 12)

Existe un aeropuerto local ubicado al norte de la ciudad de -
Chilpancingo y sobre la carretera México-Acapulco. Este aero-
puerto es apto únicamente para avionetas y helicópteros, su --
uso se restringe al medio oficial y particular, sin contar con
vuelos de tipo comercial.

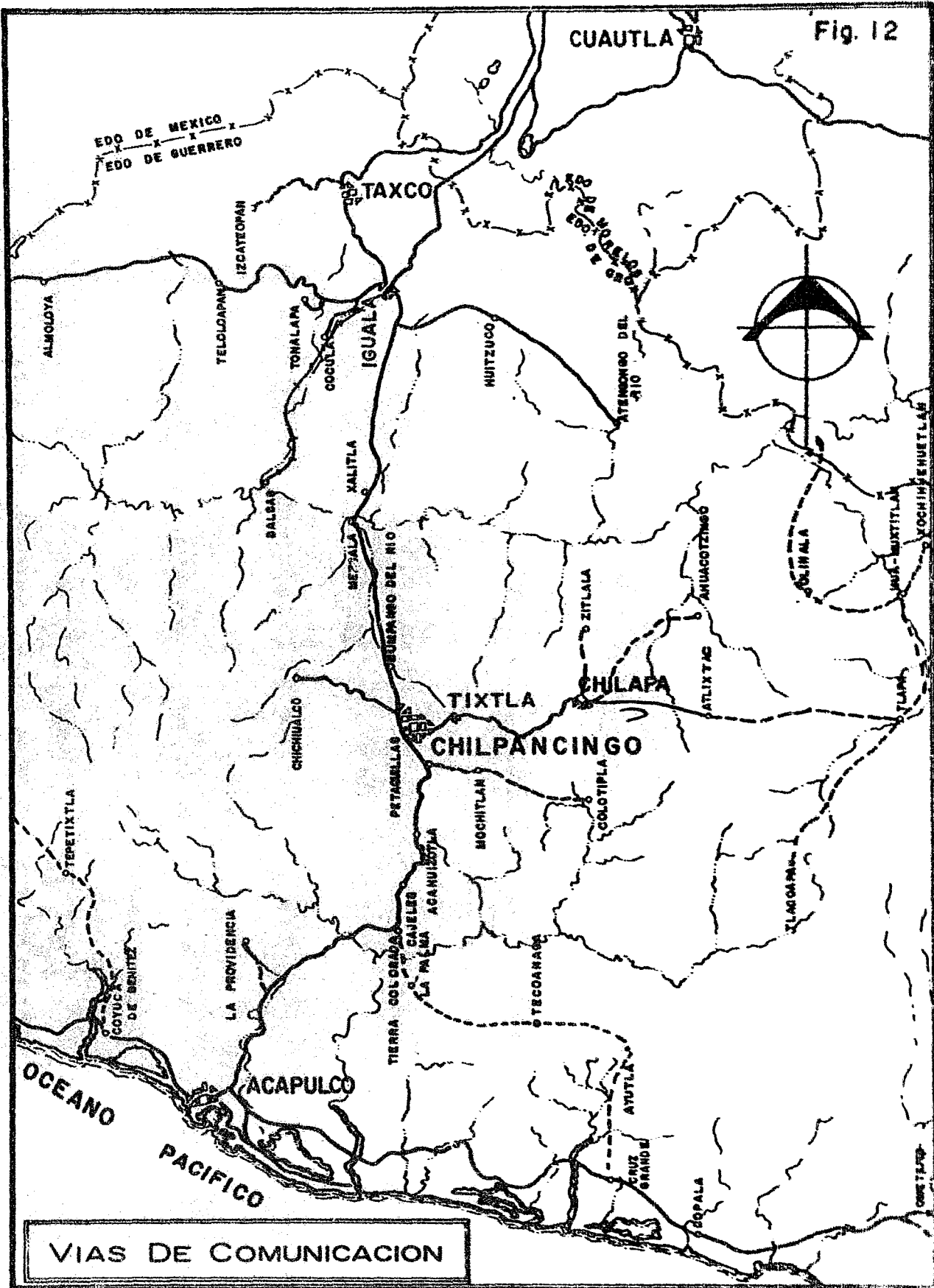
Dentro de las vías de comunicación también se tiene el correo,
telégrafo, teléfono y radio-telefonía, este último con el fin
de comunicarse con sus municipios.

2.1.3.2 Otros factores sociales de la localidad.

En Chilpancingo, en términos generales las construcciones son
de una sola planta, salvo excepciones como el palacio de gobier-
no, algunos hoteles y conjuntos habitacionales edificadas por el
gobierno y muy pocas casas.

El trazo de las calles es de tipo regular en el centro de la -
ciudad y a lo largo del eje principal paralelo a la carretera -
México-Acapulco, e irregular en las colonias ubicadas en topo-
grafía accidentada.

Fig. 12



Las zonas ejidales de la ciudad se localizan en la parte norte de la ciudad y las zonas con jardines en la zona central de la misma.

Las zonas más densamente pobladas son las habitadas por familias de escasos recursos económicos, que no cuentan con parques, escuelas, servicios bancarios y de salud, ni centros religiosos o recreativos. La zonificación de la ciudad por hectáreas y en porcentaje es la siguiente :

DENSIDAD HAB/HA.	A R E A	
	HAS.	%
67	362.0	53.6
87	242.0	35.9
100	70.5	10.5
	674.5	100.0

No existe contaminación atmosférica, debido a que Chilpancingo no cuenta con industrias de gran magnitud. No se puede decir lo mismo de la contaminación del subsuelo ya que no existe un sistema de alcantarillado suficiente y eficaz para la recolección de aguas negras, y en algunas colonias se carece por completo del mismo.

El promedio de áreas verdes es de 5.88 m²/Ha y la relación de metros lineales de calle pavimentadas respecto a la longitud total de las calles es del 80..

URBANIZACION.

CONCEPTO	TIPO	AREA CUBIERTA %	ESTADO ACTUAL
Pavimentación	Asfalto	45	Malo
	Concreto	15	Bueno
	Empedrado	20	Regular
Embanquetado	Concreto	25	Malo
Guarniciones	Concreto	30	Regular
Alumbrado	Mercurial	60	Regular
	Incandescente	40	Regular

La ciudad de Chilpancingo cuenta con los siguientes servicios públicos :

SALUD PUBLICA.

En este renglón actualmente en la ciudad existe un centro de salud, con un hospital de la SSA en el cual se atienden a 48 586 habitantes contando para esto con 25 camas. Además, se cuenta con una clínica de especialidades dependiente del ISSSTE en la que se da asistencia médica a 21 923 derechohabientes -

mediante la utilización de 8 camas para hospitalización y 7 re-
partidas en distintos servicios, sumando 15 en total, que ade-
más proporciona servicios de urgencias al público no derecho--
habiente, siempre y cuando sea justificado.

- ENERGIA ELECTRICA.

En la actualidad la Comisión Federal de Electricidad calcula -
en 50% la población que cuenta con servicios de energía eléc--
trica.

- BIBLIOTECAS.

Cuenta con el servicio de once bibliotecas destacando la Biblio-
teca Central de la Universidad Autónoma de Guerrero, que
7,102 volúmenes ubicados en una área de 2,000 m²

- EDUCACION.

Chilpancingo cuenta con 25 escuelas primarias, 8 escuelas se--
cundarias, la escuela tecnológica industrial. Respecto al ni-
vel medio superior tenemos que en la localidad existen 2 escue-
las preparatorias, una escuela de enfermería dependiente de -
la Universidad Autónoma de Guerrero, dos escuelas normales para
maestras de educación primaria, una federal y otra estatal, fi-
nalmente en el nivel superior la Universidad Autónoma de Guerre-
ro que cuenta con las siguientes escuelas superiores a nivel de
licenciatura.

Facultad de Derecho y Ciencias Sociales.

Escuela de Ingeniería.

Escuela de Ciencias Químicas.

Escuela de Filosofía y Letras.

Escuela de Ciencias Económicas.

Finalmente la ciudad cuenta con dos mercados, un rastro y un cementerio, así como con un cuartel militar.

2.2 Características Básicas de la Población.

2.2.1 Información Estadística de la Población.

- Población Económicamente Activa (PEA).

Los únicos datos reales que existen en la actualidad respecto a la población económicamente activa, son los correspondientes al censo de 1970.

La población económica activa en el estado de Guerrero representa el 23% de la población total y su distribución sectorial es la siguiente : 62.2% en actividades primarias, 11.6% en secundarias, 19.3% en el sector terciario y el 6.9% en actividades insuficientemente especificadas.

P.E.A. POR RAMAS DE ACTIVIDAD.

	<u>%</u>
1. Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza.	62.22
2. Industria del petróleo.	0.04
3. Industrias extractivas.	0.48
4. Industria de la transformación.	7.97
5. Construcción.	2.85
6. Energía eléctrica.	0.21
7. Comercio.	5.11
8. Transportes.	1.41
9. Servicios	10.79
10. Gobierno.	2.03
11. Insuficientemente Especificados.	6.98
S U M A :	<u>100.00</u>

Respecto al municipio de Chilpancingo. los censos de 1970, registran los siguientes datos :

	<u>NO. HABITANTES</u>	<u>%</u>
Población total	59 087	100
P.E.A.	14 334	24.2
Sector Primario	4 620	32.23
Sector Secundario	2 813	19.62
Sector Terciario	4 352	30.37
Gobierno	1 534	10.70
No especificado	<u>1 015</u>	<u>7.08</u>
S U M A :	14 334	100.00

P.E.A. POR RAMA DE ACTIVIDAD.

	<u>NO. HABITANTES</u>	<u>%</u>
Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y - pesca.	4 620	32.23
Industria del petróleo	6	0.05
Industria extractiva	29	0.20
Industria de transformación	1 620	11.31
Construcción	972	6.78

	<u>NO. HABITANTES</u>	<u></u>
Generación y distribución		
de energía eléctrica	185	1.29
Comercio.	1 084	7.56
Servicios.	2 821	19.68
Gobierno.	1 534	10.70
No especificada.	<u>1 015</u>	<u>7.08</u>
S U M A :	14 334	100.00

Para la ciudad de Chilpancingo, los censos de 1970, registran los siguientes datos :

	<u>NO. HABITANTES</u>	<u>%</u>
Población total	<u>36 193</u>	<u>100.0</u>
P.E.A.	9 265	25.6
Actividades Primarias	1 464	15.8
Actividades Secundarias	2 057	22.2
Actividades Terciarias	5 170	55.8
No especificadas	574	6.2

- Otras características de la población en el municipio de Chilpancingo son :

Tipo de familia y clase de vivienda.

La clasificación de familias en el municipio de Chilpancingo, por el número de miembros que la componen y según los datos -- del censo de 1970 es la siguiente :

NO. FAMILIAS	NO. MIEMBROS QUE FORMAN LA FAMILIA	HAB. TOTALES
1 865	2	3 730
1 812	3	5 436
1 792	4	7 168
1 496	5	7 480
1 374	6	8 244
1 145	7	8 015
864	8	6 912
1 109	9 ó más	12 102
		59 087

Específicamente en la ciudad de Chilpancingo el número de miembros y de familias en 1970 se muestran a continuación :

NO. DE MIEMBROS QUE LA FORMAN	NO. DE FAMILIAS	HABITANTES
2	1 142	2 284
3	1 110	3 330
4	1 098	4 392
5	916	4 580
6	842	5 052

<u>NO. DE MIEMBROS QUE LA FORMAN</u>	<u>NO DE FAMILIAS</u>	<u>HABITANTES</u>
7	701	4 907
8	529	4 232
9 ó más	679	7 416
	<u>7 017</u>	<u>36 193</u>

Se pueden observar que el número de familias decrece a medida que el número de miembros que las componen aumenta, excepto en el caso de familias con 9 miembros ó más que en general corresponde a los estratos de más bajos ingresos.

De acuerdo con las tablas anteriores se obtiene un promedio de 5.2 habitantes por familia.

Otro índice interesante respecto al tipo de familia en el municipio de Chilpancingo se muestra en la siguiente tabla :

<u>CALZADO</u>	<u>NO. DE PERSONAS</u>	<u>%</u>
Usan zapatos.	42,049	71.0
Usan huaraches ó sandalias.	13,271	22.5
Andan descalzos	<u>3,767</u>	<u>6.4</u>
S U M A S :	59,087	100.0

El porcentaje de 71.1% de personas que usaban calzado comparado con el general del estado de Guerrero que fue de 48.2%, resulta relativamente alto dentro de su entidad.

En el municipio de Chilpancingo en 1975 existían 18 308 casas para cubrir las necesidades de 78 369 habitantes, lo que nos da un promedio de 4.2 habitantes por casa.

El problema de habitación es considerado como uno de los principales problemas al que se enfrentan los habitantes del municipio, puesto que a medida que aumenta la población es mayor la demanda de vivienda.

Las condiciones de ésta, varían considerablemente según la localidad ya que podemos encontrar desde casas construidas con material industrializado hasta pequeñas chozas con paredes de lodo, techo de lámina de cartón.

El alto crecimiento natural de la población y el ritmo de construcción de vivienda, ha ocasionado que los problemas de vivienda, sean graves en la entidad.

Actualmente se estima que el índice de nacimiento es de 6.3 personas por vivienda lo cual es altamente significativo si se tiene en cuenta que el 60.1% de la población del estado habita en vivienda de un solo cuarto.

En cuanto a las características de la vivienda en la ciudad de Chilpancingo son :

1970

	<u>NO.</u>	<u>%</u>
Número total de vivienda	5 906	100.0
Viviendas propias.	3 886	65.8
Con agua entubada		
dentro del edificio	4 577	77.5
fuera del edificio	402	6.8
Con drenaje	3 998	67.7
Con piso diferente a tierra	3 679	62.3
Con energía eléctrica	4 760	80.6
Con radio	4 955	83.9
Con televisión	1 937	32.8

El estado actual de la vida en la localidad de Chilpancingo es el siguiente : aproximadamente 40% de la vivienda está construida con materiales perecederos y el 60% con materiales duraderos, no obstante éstas y considerando las condiciones climáticas del lugar, se estima únicamente 20% de vivienda precaria que se localiza en las zonas de topografía accidentada.

El tipo de familia predominante, es por lo tanto de clase humilde y el resto corresponde a la clase media baja y media, -- salvo raras excepciones.

Para 1960, la cuantificación física del total de vivienda de todo tipo en la ciudad de Chilpancingo, según el censo de enumeración de vivienda para el censo general, realizado por la oficina de coordinación y cuyos resultados se encuentran en la delegación de la Secretaría de Programación y Presupuesto del estado, asciende a 10 334 viviendas.

De estas viviendas 8 781 están conectadas al sistema de agua potable, es decir, que el 85.9% de las casas disponen de agua, ya sea dentro o fuera del edificio.

Este porcentaje se ha incrementado bastante, con respecto al censo de 1970, ya que para este año el 70.8% de las viviendas con taban con servicio de agua potable.

2.2.2 Estudio de las zonas socioeconómicas (Uso del Suelo).

Las características topográficas y de las vías de comunicación han ocasionado que el desarrollo urbano de la ciudad de Chilpancingo sea en dirección noreste-suroeste y paralelo a la ca rretera México-Acapulco.

Se definen claramente dos ejes ortogonales a lo largo de los cuales se desarrollan las principales actividades, en el eje longitudinal con 5.5 Kms aproximadamente, se concentran los usos administrativos, asistenciales y educativos como son los hospitales, universidad y oficinas de gobierno, en el eje trans

versal con 1.5 Kms aproximadamente, se realiza básicamente un movimiento peatonal con actividades religioso-culturales de gran tradición, los elementos que definen este eje son la iglesia y la plaza de San Mateo, el mercado y el panteón municipal.

La mayor intensidad de uso se da en la intersección de los ejes y decrece a medida que se aleja de dicha intersección que es la zona centro.

El uso predominante del suelo es la habitacional-unifamiliar y se desarrolla en todos los cuadrantes a lo largo de la carretera México-Acapulco; se ubican los talleres y bodegas así como la industria, pero estos usos resultan en porcentaje ínfimo con respecto al habitacional.

Las tendencias del crecimiento urbano y de uso del suelo se pueden describir de la siguiente manera :

El crecimiento de la zona popular es la que ha condicionado al desarrollo de Chilpancingo, siguiendo los términos de topografía accidentada principalmente al noreste de la ciudad, son los más económicos para las nuevas vecindades, reforzándose así la tendencia lineal del crecimiento urbano.

Actualmente la actividad administrativa tiende a irse a la zo na sureste de la ciudad, desplazamiento que coincide con terre nos menos accidentados y por ende más adecuados para la dota-- ción de servicios, es de esperarse que con esto conlleve a un crecimiento urbano habitacional en esta área.

No se vislumbra el establecimiento de industrias de magnitud, por lo tanto, la expansión y uso del suelo para estos fines se guirá siendo mínimo y a lo largo de la carretera.

2.2.3 Análisis de los sectores económicos.

Aunque en el sur de la ciudad se encuentran grandes extensio-- nes agrícolas de temporal, la actividad económica se centra en las funciones administrativas ya que además de ser la residen-- cia de la Burocracia Estatal y Federal de Estado, concentra el mayor número de escuelas a nivel medio superior lo cual se re-- flecta en la composición de población económicamente activa que en el censo de 1970 marcaba un 56% dedicada a los servicios, - un 22% a las actividades secundarias y un 16% a las actividades primarias.

A continuación se analizarán los principales sectores económi-- cos a nivel estatal, municipal y local.

- Sector Primario.

La agricultura en el estado de Guerrero ocupa únicamente el 8% de la superficie total, sin embargo, reviste una gran importancia ya que los principales cultivos son de oleaginosas.

El maíz es el cultivo más generalizado en la entidad, ya que de la superficie agrícola aprovechada ocupa más del 50% lo cual indica una tendencia al monocultivo. Junto con la gramínea mencionada, se cultiva ajonjolí, copra y café que aportan el 60% del valor total de la producción agrícola estatal, otros cultivos de importancia son los de arroz, algodón y caña de azúcar.

La escabrosa orografía y otros factores naturales adversos hacen necesarias cuantiosas inversiones que por lo general se encuentran muy por encima de las posibilidades del producto agrícola. El campo ha sido tradicionalmente una fuente de graves problemas sociales para la entidad debido fundamentalmente a la desigualdad en la distribución de los factores productivos a la pobreza que éstos provoca.

Con pequeñas excepciones la agricultura en Gro., se caracteriza por su franco atraso, es decir por sus bajos niveles técnicos y productivos, en muchas zonas se practica sólo con fines de subsistencia y por lo tanto la producción no acude al mercado.

Esta situación se debe entre otras causas al desconocimiento y escasa aplicación de modernas técnicas agrícolas, a la diferencia y el difícil acceso a los programas de crédito y escaso -- control de enfermedades y plagas que afectan a los cultivos.

Son notables también los efectos de la desorganización en la -- producción agrícola; que no sólo afecta el área productiva sino también al proceso de comercialización de los productos -- pues los acaparadores e intermediarios que además de encarecer los productos merman considerablemente los ingresos de los campesinos, por los bajos precios que pagan a los productos.

No obstante que existen grandes zonas productoras potenciales para la agricultura, la falta de comunicación constituye un -- obstáculo para el desarrollo agrícola pues dificulta el acceso a insumos y a los mercados lo cual provoca grandes pérdidas -- ya que en la mayor parte de los casos los productos son rápida mente perecederos.

Ganadería - Hasta la fecha Guerrero no ha podido lograr la autosuficiencia en cuanto a productos pecuarios, existen aún agudos déficits de carne y leche que tradicionalmente han sido cu biertos por otros estados distantes.

Esta situación es explicable si se considera la compleja pro blemática de este sector de la economía agropecuaria, que impi

de su desarrollo saludable a pesar de contar con casi todos los recursos requeridos.

Las deficiencias alimenticias y la baja calidad genética del ganado redundan en escasos rendimientos de la producción, es conveniente que casi la totalidad de la existencia es ganado criollo, pues las cruas e intentos parciales de mejoramiento de razas se efectúan sin ningún control y con resultados deficientes.

Los problemas sanitarios significan por lo regular pérdidas muy elevadas, así como el problema de las plagas y enfermedades ha sido tradicionalmente poco atendido. La lenta introducción de los avances tecnológicos y la causa de las diferencias exteriores hacen que la producción sea muy precaria.

Pesca. Esta es una actividad que hasta la fecha se realiza en forma anárquica irracional y limitada, a pesar de que la potencialidad de los recursos pesqueros es considerable, Guerrero dispone de casi 500 Kms de litoral, 5 402 Kms de plataforma continental y alrededor de 50,000 Has de lagunas, litorales y embalses.

El desarrollo pesquero en la entidad es incipiente y se caracteriza por operar en pequeña escala, por la insuficiente capacidad de la flota pesquera, por los métodos rudimentarios y tecnología inadecuada de explotación y por la casi nula asistencia financiera hacia el sector.

Por ello los volúmenes de producción son de los más bajos a ni vel nacional pues representan menos del 1% de la pesca realizada en el país esto ocasiona que la producción estatal sea insuficiente para satisfacer la demanda generada por el turismo, lo que obliga a recurrir a la producción de otros estados.

- Minería. Guerrero es potencialmente uno de los principales centros mineros del país; la superficie estimada con posibilidades de explotación es de cerca de 20,000 Km², sin embargo, después de figurar como uno de los centros mineros de mayor relevancia en la época colonial, el panorama actual es muy desalentador.

En efecto, la producción se encuentra estancada en casi todos los aspectos, los yacimientos más importantes han dejado de explotarse y los que aún se explotan han disminuido su producción, por lo cual la producción actual escasamente contribuye alrededor del 2% de la producción minera del país.

Es importante la producción de plata, que representa el 4% de la nacional y el 77% del estado y en menor proporción participan el oro, zinc y cobre.

- Sector Secundario.

El sector industrial en Guerrero es aún más incipiente, tradicionalmente es el sector que muestra el menor dinamismo en la economía de la entidad.

La estructura del incipiente aparato industrial está dirigido casi en su totalidad hacia el procesamiento de los productos primarios, en especial a los alimenticios.

Es notable también la concentración geográfica que caracteriza el aparato industrial, en 5 municipios del estado, se genera cerca del 90% del valor agregado del sector secundario; por orden de importancia estos municipios son : Acapulco, Taxco, --- Iguala, Chilpancingo y Tecpan.

La concentración se explica fundamentalmente porque estos municipios son los que cuentan con mayores facilidades de ubicación, vías de comunicación, servicios básicos y mercados estatales, también cuenta con la mayores facilidades de acceso a los principales mercados nacionales. Otro rasgo notable del proceso de industrialización es que está orientado a satisfacer la demanda generada por el turismo; es notable además, la baja capitalización y los deficientes niveles de productividad con que opera la mayor parte de los establecimientos pues gran parte de las unidades industriales se encuentran trabajando por abajo de su capacidad instalada, lo que redunda en elevados

costo y dificultades para competir con los productores de --
otras entidades.

Cabe mencionar que la artesanía es una de las actividades más importantes del sector secundario en el estado, no sólo por --
elevado número de personas que se dedican a ella sino también por el volumen de ventas y por los ingresos percibidos a tra--
vés de las exportaciones de una gran variedad de artesanías produ
cidas en muchos municipios de la entidad. Destacan los tra-
bajos de orfebrería en oro y plata, el trabajo en barro, laca,
pintura de amates, metal grabado, trabajos en piel, así como -
tejidos de lana y fabricación de muebles coloniales.

- Sector Terciario.

El turismo tiene gran importancia para la economía estatal, su contribución al PIB de la entidad es del 69% que resulta suma-
mente alto en su comparación con la aportación de los demás --
sectores económicos. La actividad turística se localiza prin-
cipalmente en la costa del Pacífico donde destacan el puerto
de Acapulco y Zihuatanejo, aunque también son de importancia -
algunos lugares del centro del estado, como por ejemplo, Taxco.

Comercio. El excesivo de concentración de ingresos ha ocasionado efectos negativos en el comportamiento económico, por un lado provoca bajísimo nivel de vida en grandes masas de la pobl
ación y por otro causa una restringida capacidad de compra y bajos niveles de ahorro.

La consecuencia es un comercio interno, que por sí mismo constituye un freno al desarrollo global de la entidad.

En la ciudad de Chilpancingo como se desprende de lo que se expone en los sectores productivos, la actividad comercial que se efectúa sólo es de orden local para hacer llegar los productos a los propios habitantes del estado.

2.2.4 Población Servida y Demanda por Servicios.

2.2.4.1 Población Servida.

La ciudad cuenta en la actualidad con las instalaciones capaces de suministrar hasta 255 l.p.s. de agua, que se consideran de buena calidad para satisfacer una demanda de 74,000 habitantes que representan un gasto medio requerido de 170 l.p.s. con una dotación mínima aceptable de 200 l/hab/día. Existen, sin embargo, deficiencias en el sistema de abastecimiento que originan escasez de agua con duración de horas o días, sobre todo en las zonas altas de la ciudad.

La fuente más importante de abastecimiento es el manantial Acahuizotla, cuyas aguas son captadas mediante represas y conducidas a un cárcamo de 4 bombas de 60 l.p.s. Siendo la capacidad nominal máxima de bombeo 180 l.p.s., sin embargo, actualmente operan únicamente dos unidades con 42 l.p.s., como máximo c/u.

Por otro lado, no es posible operar simultáneamente tres unidades ya que la presión originada por el gasto bombeado, no es soportado por la red de distribución.

Otro punto crítico es que en épocas de lluvias se presenta el problema de alta turbiedad en las aguas de Acahuizotla, obligando esto a utilizar el caudal del manantial Naranjuelos, que es de menor capacidad.

Las líneas de conducción de los sistemas de Ocatepec y Omiltemi, se encuentran en malas condiciones; la primera a problemas de inserciones y la segunda a deterioro general y defectos en las juntas. Buena parte de las tuberías que integran la red de distribución permiten numerosas fugas de agua, pues son sometidas a presiones inadecuadas y su estado de conservación es mala.

En resumen, el gasto que puede ser alimentado a la red es superior a su capacidad instalada y el porcentaje alto de desperdicios origina que se distribuyan alrededor de 111 l.p.s. a la población actual, lo que representa un déficit de 59 l.p.s. aproximadamente.

La población servida por la red de agua potable es el 86% de la población actual pero con un servicio ineficiente, el 14% restante recurre a hidrantes públicos o a compañías distribuidoras de agua.

No obstante la anterior cifra de 86% representa un incremento con respecto a 1970 en porcentaje de población servida ya que para ese -- año fue del 70.8% las viviendas que contaban con servicio de agua potable.

El sistema de alcantarillado lo constituye el conjunto de barrancas y arroyos secos que atraviesan la ciudad y que reciben las descargas de aguas negras directamente de conexiones domiciliarias y/o a través de pequeños subcolectores.

El colector principal es el río Huacapa que recorre la ciudad de norte a sur y conduce las aguas negras, sin tratamiento previo, hasta las tierras de cultivo en donde se utilizan como riego.

Esta manera de desalojo y disposición final de las aguas residuales de Chilpancingo implica graves riesgos de contaminación, porque existe contacto de las aguas contaminadas con animales domésticos y aún con seres humanos.

El 60% de la población cuenta con drenaje conectado al sistema pero prácticamente toda la población se conecta de una manera u otra a alguna de las barrancas más cercanas a su domicilio.

2.2.4.2 Demanda por Servicio.

Para determinar la demanda y producción de agua potable se deberá conocer ante todo la dotación media, datos de población históricos y proyectados (hasta el año de diseño), datos básicos del proyecto y el estudio socioeconómico, se determinó la demanda de la población de Chilpancingo, Gro., la cual se muestra en el cuadro que aparece en la hoja siguiente.

La dotación media de 200 lts/hab x día, utilizada en el cuadro, se determinó tomando en cuenta las características de magnitud y clima de la ciudad de acuerdo a las normas vigentes de la -- SAHOP.

El abastecimiento de agua potable de la población actual es en la mayor parte mediante la captación superficial de agua por medio de pequeñas represas de mampostería.

El proyecto contempla que la producción de éstas satisfaga adecuadamente la demanda de la población hasta 1986, año para el cual se proyectó una población de 110,000 habitantes de los cuales el 95% o sea 104,500 habitantes se estima como población -- servida.

CHILPANCINGO, GRO.
DETERMINACION DE DEMANDAS POR AÑO

AÑO	POBLACION HABITANTES	DEMANDA M ³ /HAB. X DIA	Q MED. REG. M ³ /SEG.	POBLACION SERVIDA %	DEMANDA M ³ SEG.	DEMANDA ANUAL 10° M ³
1977	59,860	0.145	0.100	67	0.067	2,116
1978	63,240	0.162	0.118	71	0.084	2,650
1979	66,620	0.176	0.136	75	0.102	3,204
1980	70,000	0.185	0.150	81	0.122	3,847
1981	74,000	0.194	0.166	87	0.144	4,551
1982	78,000	0.183	0.165	89	0.147	4,627
1983	82,000	0.191	0.182	92	0.167	5,271
1984	86,000	0.200	0.199	95	0.188	5,964
1985	90,000	0.200	0.208	95	0.198	6,242
1986	94,000	0.200	0.218	95	0.207	6,519
1987	98,000	0.200	0.227	95	0.216	6,796
1988	102,000	0.200	0.236	95	0.224	7,074
1989	106,000	0.200	0.245	95	0.233	7,351
1990	110,000	0.200	0.255	95	0.242	7,629
1991	114,000	0.200	0.264	95	0.251	7,906

Para los años subsecuentes a 1986 será necesario la construcción de un pozo con una capacidad de producción estimada de 50 l.p.s. cada uno.

La producción de proyecto que se requiere para satisfacer la demanda, aparece en el siguiente cuadro :

MAXIMA CAPACIDAD DE PRODUCCION INSTALADA			
A Ñ O	PRODUCCION REQUERIDA 10 ⁶ m ³	MAXIMA CAPACIDAD 10 ⁶ m ³	OBSERVACIONES
1978	4.478	8.246	
1979	5.127	8.246	
1980	5.676	8.246	
1981	6.277	8.246	
1982	6.238	8.246	
1983	6.875	8.246	
1984	7.534	8.246	
1985	7.884	8.246	
1986	8.234	9.823	+ un pozo
1987	8.585	9.823	
1988	8.935	9.823	
1989	9.286	9.823	
1990	9.636	11.400	+ un pozo
1991	9.986	11.400	
1992	10.337	11.400	
1993	10.687	11.400	
1994	11.038	11.400	
1995	11.388	12.977	+ un pozo
1996	11.738	12.977	
1997	12.089	12.977	
1998	12.439	12.977	

NOTA : Los pozos de proyecto se consideran con un gasto promedio de 50 l.p.s.

2.3 Comentarios de la ciudad de Chilpancingo.

Guerrero es una entidad en la que los indicadores de bienestar socioeconómico se alejan del promedio nacional, sobre todo los de salud pública y de educación reflejan el escaso grado de desarrollo económico alcanzado; prevalecen las enfermedades infecciosas, la desnutrición y la deficiente -- asistencia médica. El analfabetismo alcanza el 44.6% de la población de 10 años y más, tan sólo es superado por la cifra de la población de Oaxaca.

Estos problemas afectan a gran parte de la población y se acen-- túan especialmente en el medio rural donde la carencia de servicios públicos es alarmante, y en zonas de alta densidad de población donde se manifiestan -- fuertes demandas.

La farmacodependencia constituye un serio problema en la enti-- dad y requiere de soluciones inmediatas, el cultivo y el tráfico de estupefa-- cientes se ha incrementado durante los últimos años de manera alarmante. To-- mando en cuenta que el 45% de la población de la entidad tiene menos de quince años de edad, el riesgo que resulta del deficiente control del narcotráfico es muy alto.

El estado cuenta actualmente con sólo 331 médicos de los cuales el 84% de los mismos presta sus servicios en los principales centros urbanos, como Chilpancingo, Iguala, Taxco y Acapulco.

En promedio hay un médico por cada 4 403 habitantes, sin embargo hay zonas en que la relación médico-habitante se aleja mucho de la media, en la sierra la proporción es de un médico por cada 22 295 habitantes.

Además, la disponibilidad de servicios médicos es sólo temporal, el 65% de la población total carece de estos servicios en forma permanente.

La relación camas hospital/habitante se aleja en gran medida del promedio nacional, en total el estado dispone de 1 060 camas de hospital, lo que equivale a una por cada 1 723 habitantes.

Una gran parte de la población en el estado carece de servicios de agua potable y alcantarillado, en forma global sólo el 40% cuenta con agua potable y el 16% con alcantarillado.

Las obras emprendidas son insuficientes para atender las demandas derivadas de un rápido crecimiento demográfico además de indispensable realizar trabajos de ampliación y rehabilitación en el 60% de las poblaciones que cuentan con sistemas de agua potable y drenaje.

Se considera que en 1975 el 53.6% de la población o sea un millón de habitantes aproximadamente, dispone de energía eléctrica; mientras que el coeficiente de electrificación en el medio urbano era de 92% en el medio rural fue de sólo 20% y aún falta por electrificar 2 752 localidades rurales.

La falta de recursos económicos para implantar los programas de vivienda y la falta de financiamiento para la población situada en estratos de ingresos bajos son obstáculos de importancia para satisfacer la demanda - excedente por habitación.

Esta ciudad es el principal asentamiento de la región centro del estado de Guerrero, está localizada en el Valle del río Huacapa que tiene -- forma alargada en sentido noreste-sureste con una longitud de 15 Kms. La ciudad se asienta en su mayor parte sobre la margen izquierda del río Huacapa en la zona central-norte de ese valle que es la más angosta, al sur de la ciudad se localizan grandes extensiones de cultivos de temporal.

Las tendencias de crecimiento con el norte de la ciudad y al poniente de la carretera, coincidiendo ambos crecimiento con zonas de topografía muy accidentada. Al sureste de la ciudad se localizan las zonas más adecuadas para el desarrollo urbano, es hacia esta zona donde se está desplazando la actividad administrativa especialmente de organismos federales, por lo que se prevé un importante crecimiento urbano en esta área.

A 2 Kms de esta zona al costado oriente de la carretera. se están realizando los trabajos para un fraccionamiento particular, cabe mencionar - que con este asentamiento se incrementarán los problemas vehiculares en la - carretera y se reforzará el crecimiento lineal de la ciudad con los consecuentes problemas en la dotación de servicios, por su lejanía de la infraestructura existente.

Los problemas más graves en cuanto a infraestructura se refieren son abastecimiento de agua potable, servicios de drenaje y a la pavimentación, ya que aunque el 50% de la superficie vial está pavimentada, ésta se encuentra en pésimas condiciones debido a la baja calidad de la pavimentación y la falta de un sistema de drenaje pluvial.

Por otro lado, aproximadamente el 80% del área urbana cuenta con red de drenaje sanitario pero muchas descargas se realizan directamente en barrancas que cruzan la ciudad. Actualmente se carece del colector y el emisor central, por lo que las descargas de toda la ciudad se llevan a cabo sin ningún tratamiento sobre el río Huacapa, produciendo un alto grado de contaminación y deterioro de sus zonas inmediatas. Existen serios problemas en el sistema de recolección de basura y sobre todo en su tratamiento y disposición final.

La estructura vial es reticular y presenta serias deficiencias en cuanto a su continuidad, provocando la concentración vehicular en el centro de la ciudad y sobre dos arterias en el sentido transversal y otras dos en el sentido longitudinal, se agrava el problema por la falta de pasos a desnivel para vehículos y peatones, y de vialidades laterales en la carretera nacional México-Acapulco que es utilizada como vialidad urbana.

Según datos proporcionados en 1978 por el centro SAHOP la demanda de instalaciones educativas en los niveles básicos, medio y medio-supe--rior estaba satisfecho. La Universidad Autónoma de Guerrero atiende a 3 000 alumnos, pero considerando que estas instalaciones son utilizadas por la Normal Superior para impartir cursos temporales acerca de 7 500 maestros es conveniente mejorar y adaptar las instalaciones.

Sin contar con datos cuantitativos, se puede afirmar que existe déficit en parques y jardines, así como en instalaciones para la recreación y la cultura (teatros, museos, etc.).

Existe un mercado público cuyo servicio es insuficiente y está en proceso otro que satisfará la demanda aunque su localización no es la -- adecuada, ya que se localiza en el extremo noreste de la ciudad, lo que implica tener mayores problemas en la estructura vial y en el transporte urbano.

La gran área donde se localiza el cuartel militar se encuentra actualmente envuelta por zonas habitacionales, lo que dificulta la integración de esas zonas con el resto de la ciudad, impidiendo su desarrollo.

Existen serios problemas de incompatibilidad de uso y de congestión vial, derivados por la localización de las terminales de autobuses foráneos en el centro de la ciudad.

Finalmente mencionaremos que los servicios de rastro y cementerios son insuficientes, el primero funciona de forma antihigiénica y con incompatibilidad de uso en zona habitacional y el segundo por estar cerca del límite de su capacidad.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS ACTUALES

3.1 Condiciones del Sistema Existente y su Funcionamiento.

Antecedentes.

No se sabe con precisión el año en que se empezaron a construir las obras para abastecimiento de agua potable a la población, en virtud de que, en el año de 1974 la mayoría de los expedientes del archivo de la junta federal fueron sujetos a cremación, al encontrarse destruidos por elementos naturales y considerarse inservibles.

Durante la mayoría de los años en que ha estado operando este sistema su rehabilitación, ampliación y conservación no han sido adecuadas, lo cual ha motivado que el servicio que se presta desde entonces sea ineficiente, originando con ello que se registre fuerte escasez de agua en los últimos años.

FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

La ciudad de Chilpancingo cuenta con varios manantiales y un pozo profundo para el abastecimiento de agua potable a la población.

Los manantiales son captados mediante tres sistemas :

SISTEMA OMILTEMI

SISTEMA OCOTEPEC

SISTEMA ACAHUIZOTLA

SISTEMA OMILTEMI.

Este sistema está constituido por los escurrimientos de cinco ma nantiales llamados : Antigua, Cruz de Encino, Las Tablas, Agua Fría y Po-- trerillos. Las tres primeras confluyen a la barranca denominada "La Perra" cerca de la población de Omiltemi y son colectadas por un tanque de capta-- ción de 850 m^3 de capacidad.

Dicha captación la conforma una caja rectangular a cielo abierto de 11 m de largo por 10 m de ancho y 1.45 m de profundidad, construida so-- bre el cauce de la barranca antes mencionada con muros de mampostería. El muro aguas arriba es de piedra acomodada y hace las veces de filtro; y el - muro aguas abajo es de mampostería con revestimiento de cemento, sobre este muro al lado derecho se encuentra la obra de toma que es una caja de concre-- to reforzado ($1.3 \times 1.5 \times 1.45 \text{ m}$) con un orificio de entrada que está prote-- gido con un rejilla metálica, y en la parte media del mismo muro existe el vertedor de demasías.

El manantial Agua Fría, aflora en las faldas del cerro Palo Seco y escurre a lo largo de 3,200 m, sobre un cauce rocoso, hasta la zona de cap-- tación, la cual consiste en una represa de mampostería junteada y revesti-- da con mortero de cemento. Su obra de toma está localizada en su margen - derecha y la constituye una caja de concreto reforzado, con orificios de en-- trada protegidos con rejilla metálica. La represa tiene un vertedor de dē masías al centro al igual que en el caso anterior.

El manantial Potrerillos, se conecta a la línea de conducción con una tubería de 200 mm (8") de diámetro y su escurrimiento confluye a un tanque de almacenamiento, del cual con una tubería de 150 mm (6") de diámetro, se hace la distribución correspondiente. En ocasiones, el agua de este manantial no puede ser aprovechada por la poca capacidad de dicha tubería, ya que además distribuye las aguas de "La Perra" y de "Agua Fría" es decir de todas las fuentes de abastecimiento de este sistema.

SISTEMA OCOTEPEC.

Este sistema se encuentra ubicado al suroeste de la ciudad de Chilpancingo y está integrado por los manantiales Ocotepec, el Zapote y la Virgen; los dos primeros tienen sus captaciones en los escurrimientos propios y son conducidos, por medio de tubería de 150 mm (6") de diámetro a una caja de distribución.

El manantial la Virgen, es de afloramiento vertical y está captado mediante una caja de concreto armado que se une al tanque de almacenamiento, pasado por la caja de distribución a través de una tubería de 100 mm (4") de diámetro.

SISTEMA ACAHUIZOTLA.

Es el sistema de mas reciente construcción, pues éste se realizó en el año de 1977. Actualmente su estado de conservación es bueno, además es el que mayor gasto proporciona a la ciudad de Chilpancingo. Está integrado por los manantiales Acahuizotla, Hierbabuena e Iglesia Vieja; en épocas de lluvias el agua del manantial Acahuizotla es muy turbia, por lo que es ne-

cesaria sustituirla por aguas del manantial Naranjuelos que está localizado a 24 Km de la ciudad por la carretera México-Acapulco.

El manantial Acahuizotla, del río subterráneo del mismo nombre, - está localizado aproximadamente a 26 Km al sureste de Chilpancingo, su afloramiento ocurre cerca de la población del mismo nombre y en este se encuentra la obra de captación; que capta un gasto de 180 lps, mediante una tubería de acero de 405 mm (16") de diámetro y 6.2 mm (1/4") de espesor, que descarga al cárcamo de bombeo.

En el manantial Hierbabuena, se construyó una obra de captación - que consiste en una represa de mampostería de piedra junteada con mortero de cemento. De aquí el agua se conduce por tubería de P.V.C. de 75 mm (3") de diámetro que llega hasta el manantial Iglesia Vieja.

El manantial Iglesia Vieja, se localiza a 14 Km con rumbo al poblado de Tejocote. Su captación consiste en una represa de mampostería de piedra, y con una obra de toma cuadrada de 1.6 m, de lado por 2.65 m de profundidad.

De la obra de toma se conduce el agua al cárcamo del rebombeo 3 - ubicado en el ejido de Palo Blanco por medio de 2 tuberías de 150 mm (6") - de diámetro. Por otro lado en el mismo lugar de afloramiento existe una captación de donde se conduce el agua a un tanque de almacenamiento, para abastecer al poblado de Palo Blanco.

POZO "LAS BOMBAS".

El pozo está ubicado dentro de la propia ciudad de Chilpancingo tiene 60 m de profundidad, el diámetro de ademe es de 2 m, el diámetro de descarga es de 100 mm (4"); actualmente abastece a las colonias : Los Angeles, San Antonio y San Miguelito, además alimenta de agua al Rastro Público.

CAPACIDAD MAXIMA QUE PUEDE APORTARSE
 APORTACIONES DE LOS ABASTECIMIENTOS.

<u>N O M B R E</u>	<u>Q (L. P. S.)</u>
SISTEMA OMILTEMI	
LA PERRA	17
AGUA FRIA	23
POTRERILLOS	6
	SUBTOTAL 46
SISTEMA OCOTEPEC	
ZAPOTE	4
OCOTEPEC	2
LA VIRGEN	3.5
	SUBTOTAL 9.5
SISTEMA ACAHUIZOTLA	
ACAHUIZOTLA	180
HIERBA BUENA	3
IGLESIA VIEJA	17
	SUBTOTAL 200

<u>N O M B R E</u>	<u>Q (L. P. S.)</u>
POZO LAS BOMBAS	6
TOTAL	<u>261.5</u>

Líneas de conducción y estaciones de bombeo y rebombeo.

La conducción de agua potable a la ciudad de Chilpancingo se realiza mediante tres líneas que parten de los sistemas : Omiltemi, Oco-tepec y Acahuizotla. A continuación se describen ellas.

LINEA DE CONDUCCION OMILTEMI.

Fue construida en 1963 con tubería de acero que va del tanque, ubicado en la zona de captación, a los tanques de regularización localiza dos en la Colonia Los Angeles en la ciudad. Su longitud total es de -- 24 641 m aproximadamente distribuidos según los diferentes diámetros en - la siguiente forma :

DIAMETRO	LONGITUD
305 mm (12")	5 994
203 mm (8")	17 045
152 mm (6")	1 602

Esta línea trabaja por gravedad y está provista de 4 cajas rompe-
doras de presión y 9 válvulas de aire de operación automática, el gasto má-
ximo que puede conducir es de 60 l.p.s. siendo su gasto de operación de 46
l.p.s.

En la actualidad presenta defectos en las juntas y un deterioro
general, ocasionado por el alto poder corrosivo del agua y la falta de man-
tenimiento adecuado.

LINEAS DE CONDUCCION ACAHUIZOTLA.

Esta línea, por su gasto y longitud, es la más importante en el
abastecimiento de la ciudad. Está dividido en dos tramos, el inicial que
se conduce por bombeo y el final que se conduce por gravedad el cual, a su
vez, está seccionado en dos partes : conocidas como conducción "La Imagen
Salto Valdez" y conducción "Salto Valdez-Chilpancingo". Además en este tra-
mo de conducción, el sitio denominado "Punto de Intersección 14" (P.I. 14),
se une a la conducción "Iglesia Vieja y Hierbabuena".

El bombeo se realiza entre la obra de captación en el arroyo Aca-
huizotla y la caja de transición de donde se continuará con línea de grave-
dad. Entre estos dos puntos existe un desnivel de 736 m y la longitud to-
tal de la tubería es de 6 965 m. Este desnivel se abate por medio de 4 re-
bombeos.

El bombeo de captación se localiza en el cadenamiento 0+000 que consta de 4 equipos de bombeo; cada equipo maneja un gasto de 60 l.p.s. con una carga total de 182 m.

El 1er. rebombeo, está ubicado en el cadenamiento 2+000 constando del mismo equipo que el del bombeo inicial.

El 2o. rebombeo, tiene 4 equipos de 60 l.p.s. cada una contra una carga de dinámica total de 166 m.

El 3er. rebombeo, al igual que los demás tiene 4 bombas, un gasto de 60 l.p.s. contra una carga dinámica total de 206 m.

Para la intercomunicación de las estaciones de rebombeo existen aparatos de radio instalados en cada caseta de operación así como en la central de Chilpancingo, contando en el cerro Alquitrán con una estación repetidora.

TRAMOS POR GRAVEDAD.

Como ya lo mencionamos esta conducción la forman dos tramos de conducción que en total tienen una extensión de 21 310 m, correspondiendo 9 610 m. a el tramo "La Imagen-Salto Valdez", el cual tiene un desnivel topográfico de 37 m. Se inicia en un tanque superficial de mampostería y concreto (200 m³ de capacidad) en el que se recibe el caudal proveniente del tramo de bombeo. La línea descarga en un tanque de transición que al mismo tiempo es caja rompedora de presión, en el paraje denominado "Salto Valdez".

La tubería está diseñada para 200 l.p.s. teniendo dos tipos de tubería: acero y asbesto-cemento, ambas de 457 mm (18") de diámetro. Longitud de la tubería de acero es de 148 m.

Para el tramo "Salto Valdez-Chilpancingo" de longitud 11 700 m, con un desnivel topográfico de 69 m. El gasto de esta línea es de 200 l. p.s. el cual se conduce por tuberías de acero (L= 1 310 m) y asbesto-cemento. Finalmente en el "Punto de Intersección 14" (P.I. 14) en la cota -- 1 365 msnm se une a la conducción las aguas provenientes de los manantiales Iglesia Vieja y Hierbabuena.

LINEAS DE INTERCONEXION.

Existe un solo bombeo del sistema de distribución y el que parte del tanque "Omitemi" par abastecer un tanque de 100 m³ que regulariza el - gasto de las colonias C.N.O.P. y colonia Vista Alegre. La línea se compone de dos tipos de tubería : asbesto-cemento clase A-14 de 100 mm (14") de diámetro y fierro galvanizado de 100 mm (4") de diámetro. La longitud de esta línea es de 1 665 m, correspondiendo los primeros 913 m a la de asbesto-cemento.

En lo que respecta a las líneas por gravedad se puede decir que existen en malas condiciones, ya que presentan fugas de agua en las juntas por lo que acarrear muchos problemas a la zona centro de la ciudad, cuando se reparan éstas. Debido a este último problema se recomienda no usar estas líneas en el proyecto o en su defecto dejarlas como líneas de emergencia.

RED DE DISTRIBUCION.

La red de distribución actual está formada principalmente por tubería de fo.fo. y PVC y en algunos tramos con tubería de asbesto-cemento. Se tiene una longitud total de 86,611 m, distribuidos de la siguiente manera :

DIAMETRO	P.V.C.	fo,fo	A.C.	TOTAL
400 (16")		1,965		1,965
300 (12")		5,890	1,200	7,090
200 (8")		5,320	1,180	6,500
150 (6")	145	6,120		6,265
100 (4")		3,290	890	4,180
75 (3")	12,428	32,490		44,918
60 (2½")	4,525			4,525
50 (2")	8,085	250		8,335
25 (1")	2,833			<u>2,833</u>
			TOTAL :	86 611

La red actual trabaja por gravedad del tipo de circuito abierto de extremos muertos o ramificado aunque en estos extremos muertos el agua se estanca y se acumulan sedimentos. Dicha red ya es insuficiente para satisfacer la demanda actual de la población. El funcionamiento de ésta es inadecuado ya que en algunas zonas la red no soporta las presiones de trabajo normal y, por otra parte, existen grandes fugas de agua, originando con todo esto escasez del preciado líquido por horas, que en algunas veces se prolongan hasta días.

TOMAS DOMICILIARIAS. MEDIDORES E HIDRATANTES.

En la ciudad de Chilpancingo no existen hidratantes, unicamente -
tomas domiciliarias, todas son de tubo galvanizado de 12.5 mm (1/2") de diá-
metro. Actualmente hay problemas en las tomas ocasionadas por la falta de
mantenimiento y el mal estado de las tuberías.

En el cuadro siguiente se muestra el número de tomas con y sin me-
didor a partir del año 1977 :

AÑO	TOMAS CON MEDIDOR	TOMAS SIN MEDIDOR	TOTAL
1977	6,151	541	6,692
1978	6,954	557	7,511
1979	7,627	652	8,279
1980	8,352	652	9,004

Como se podrá observar en la tabla el total de medidores con que -
cuenta la junta es de 8,352, existiendo un déficit de 652 medidores.

3.2 Organismo Operador.

Antecedentes.

Las primeras obras construidas en cooperación de los gobiernos Fe-
deral y Estatal; y a partir de entonces el sistema fue operado por el H. Ayun-
tamiento de esta ciudad hasta año de 1961, fecha en que fue entregado a la -
gerencia de operación, dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

En 1974, se estableció legalmente la Junta Federal de Agua Potable y Alcantarillado en la ciudad de Chilpancingo, como organismo federal que ha venido operando hasta la fecha en forma de Junta Administrativa. La cual está integrada por cinco miembros : un presidente, un secretario, un tesorero y dos vocales.

La Junta Federal de Agua Potable y Alcantarillado tiene a su cargo las funciones de administrar, operar y conservar el sistema de agua potable, donde el patrimonio del sistema de A.P. está integrado por :

- a) Los derechos, rentas y todos los ingresos que percibe como sistema, por la explotación del mismo.
- b) Los bienes e inmuebles que ha ido adquiriendo el sistema.
- c) Los demás bienes, derechos y aprovechamiento que fija la ley.

Es importante hacer notar que gran parte de la documentación del organismo, a partir de su creación hasta el año de 1974 no se tiene debido a que fue incinerada.

Existe un reglamento de las Juntas Federales de agua potable en el cual se establecen los derechos y obligaciones en cuanto a la administración del sistema de A.P. en toda la República Mexicana.

ORGANIZACION.

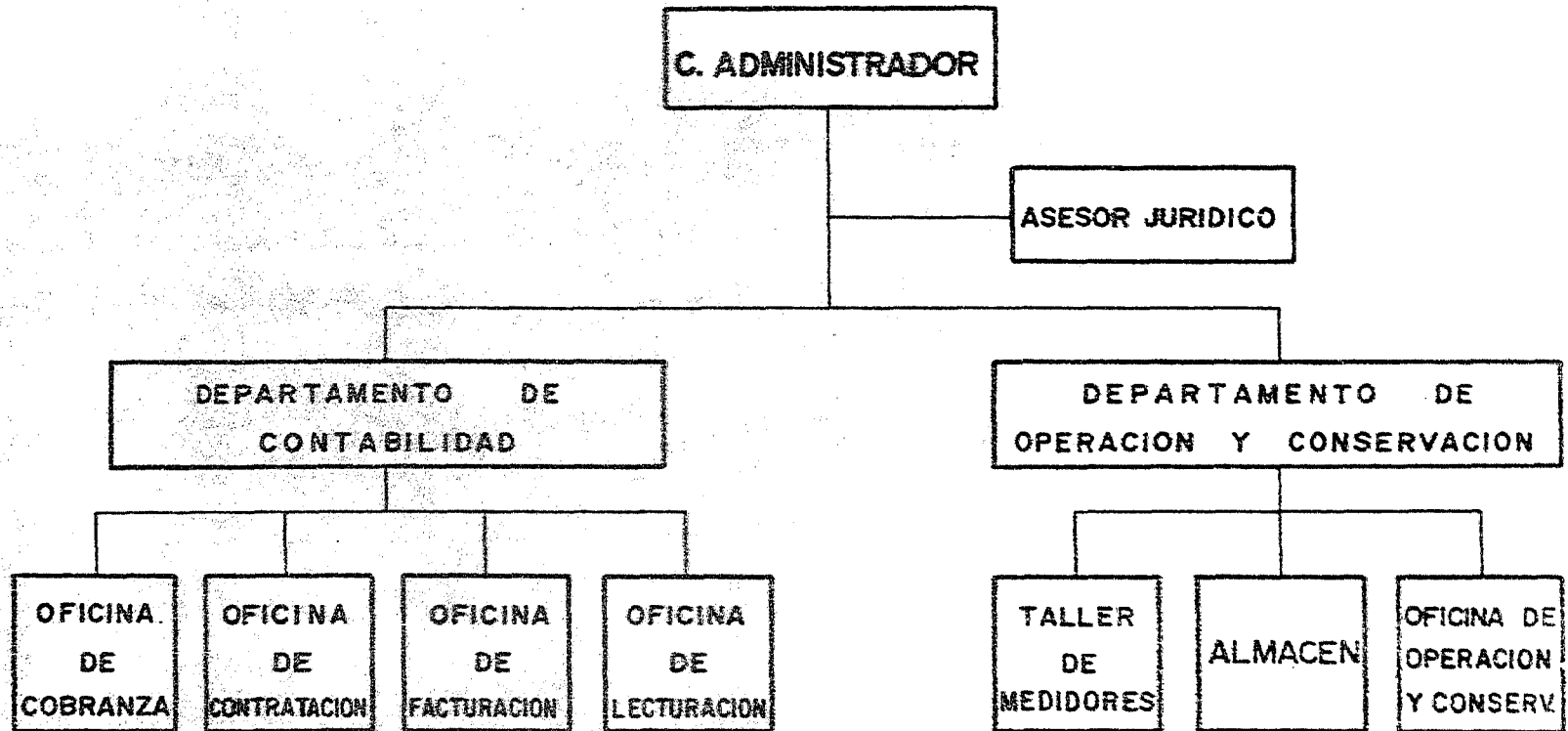
La Junta Federal depende de la residencia general de operación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Centro SAHOP.

Las funciones de administrar, operar y conservar el sistema, están bajo la responsabilidad del C. Administrador y sus actividades principales son las siguientes :

- a) Formular conjuntamente con representantes de SAHOP, la actualización que requiera la tarifa para cobros del servicio A.P.
- b) Formular conjuntamente con la administración de SAHOP, los proyectos de presupuestos de egresos correspondientes a cada ejercicio anual.
- c) Proponer la renovación y contratación de nuevo personal con base a las necesidades del sistema.
- d) Maneja los fondos del sistema de acuerdo con el presupuesto aprobado para gastos de administración, operación, conservación y rehabilitación del sistema.
- e) Atiende y resuelve sobre las quejas que le presentan los usuarios respecto al funcionamiento y administración del sistema.
- f) Resuelve sobre las reparaciones, mejoras o ampliaciones menores - que requiera el sistema.

ORGANIGRAMA

JUNTA FEDERAL DE AGUA POTABLE (Y ALCANTARILLADO)



La administración del sistema de agua potable y alcantarillado - tiene una organización de tipo mixto a partir del C. Administrador, contando con dos departamentos que atienden todas las funciones de administración, operación y conservación del sistema, cuenta también con una asesoría jurídica. A continuación se presenta el organigrama de la Junta Federal de Agua Potable y Alcantarillado. (Ver Fig. 13).

Algunas funciones de los departamento son :

- Asesoría Jurídica.- Su principal función es sancionar a las personas que violan los reglamentos de la Junta.

Pone en orden el aspecto del funcionamiento e Integración de la J.F. de A.P. y A.

Atiende todos los asuntos legales del sistema.

- Departamento de Contabilidad.- Este departamento lleva el control tanto de los ingresos como de los egresos del sistema respecto al presupuesto anual autorizado.

Organiza, coordina, controla y supervisa los pagos hechos tanto en la oficina de cobranzas como en el banco.

- Departamento de Operación y Conservación.- Este departamento se en carga de atender las quejas de los usuarios.

Realiza los trabajos de nuevas conexiones en A.P. y A. así como las reparaciones para el buen funcionamiento del sistema.

Programa de detección de Fugas.

Actualmente no se ha hecho ningún estudio para establecer un programa para la detección y reparación de fugas de agua y sería conveniente -- llevarlo a cabo, para mejor aprovechamiento del preciado líquido.

Este programa daría como resultado minimizar las pérdidas y destinar el líquido recuperado para consumo de la población y como consecuencia - elevar el nivel de ingresos del sistema.

4. CONTEXTURA TECNICA GENERAL.

Toca en este capítulo tratar los conceptos que son obtenidos - en gabinete, esto es, que serán calculados a través de fórmulas, tablas y normas que para tal fin se han hecho.

4.1 Estudios Básicos (Datos Básicos de Proyecto).

Los datos básicos que se requieren para la adecuada determinación de los elementos normativos del proyecto se resumen en 3 puntos básicos, mismos que se aplicarán a la ciudad de Chilpancingo, Gro., y a la ciudad de Delicias Chih., estos datos son :

- Estudio de la población.
- Fijación de la dotación media que tendrá la población.
- Determinación de los gastos de diseño.

4.1.1 Población de Proyecto.

Para la ciudad de Chilpancingo se cuenta con los siguientes datos estadísticos de población recabados a través de los censos efectuados en esa ciudad.

ANO	POBLACION
1940	8,834
1950	12,673

AÑO	POBLACION
1960	18,022
1970	36,193
1980	70,000

A continuación se calculará la población futura para el año de 1995, considerando varios métodos para la predicción de la población.

4.1.1.1 Método Aritmético.

$$i = \frac{Pa - Pi}{N}$$

$$Pa = 70,000 \text{ hab (1980)}$$

$$Pi = 36,193 \text{ hab (1970)}$$

$$N = 1980 - 1970 = 10 \text{ años}$$

$$i = \frac{70,000 - 36,193}{10} = 3380.7 \text{ hab/año}$$

$$Pf = Pa + i n$$

$$n = 1995 - 1980 = 15 \text{ años}$$

$$Pf = 70,000 + 3380.7 \times 15$$

$$Pf \text{ (1995)} = 120,710 \text{ hab.}$$

4.1.1.2 Método de incremento diferencial.

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>	<u>INCREMENTO DECENAL</u>	<u>INCREMENTO DE INCREMENTO</u>
1940	8,834		
1950	12,673	3,839	1,510
1960	18,022	5,349	12,822
1970	36,193	18,171	15,636
1980	70,000	33,807	
		<u>61,166</u>	<u>29,968</u>

$$\text{Promedio de incremento decenal} = \frac{61,166}{3} = 20,389$$

$$\text{Promedio de incremento de incrementos} = \frac{29,968}{2} = 14,994$$

$$\text{Sumatoria de promedios} = 20,389 + 14,984 = 35,373$$

1980	70,000		
		35,373	
1990	105,373		14,994
2000	155,730	50,357	

$$P_F = 105,373 + \frac{50,357}{2} = 130,552$$

$$P_F = (1995) = 130,552 \text{ hab.}$$

4.1.1.3 Método geométrico por incrementos.

$$P_F = P_a + \frac{n}{N} P_a \sum_{i=1}^a \left(\frac{P_i - P(i-1)}{P(i-1)} \right)$$

Para obtener $\sum_{i=1}^a \left(\frac{P_i - P_{(i-1)}}{P_{(i-1)}} \right)$ se tabulará de la siguiente manera.

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>	<u>INCREMENTO</u> <u>$P_i - P_{(i-1)}$</u>	<u>$\frac{P_i - P_{(i-1)}}{P_{(i-1)}}$</u>
1940	8,834	3,389	0.4346
1950	12,673	5,349	0.4221
1960	18,022	18,171	0.10083
1970	36,193	33,807	0.9341
1980	70,000		
			<u><u>= 2.7991</u></u>

$$N = 1980 - 1940 = 40 \text{ años.}$$

$$n = 1995 - 1980 = 15 \text{ años.}$$

$$P_F = 70,000 + \frac{15}{40} \times 70,000 \times 2.7991 = 143,476$$

$$P_F (1995) = 143,476 \text{ hab.}$$

4.1.1.4 Método geométrico por incremento medio total.

$$\text{Log } P_F = \text{Log } P_a + \frac{n}{N} \sum_{i=1}^a \left(\text{Log } P_i - \text{Log } P_{(i-1)} \right)$$

Para obtener $\sum_{i=1}^a (\text{Log } P_i - \text{Log } P_{(i-1)})$ se tabulará de la siguiente manera :

AÑO	POBLACION	Log. Pobl.	Log $P_i - \text{Log } P_{(i-1)}$
1940	8,834	3.94616	
1950	12,673	4.10288	0.15672
1960	18,022	4.25580	0.15292
1970	36,193	4.55862	0.30282
1980	70,000	4.84510	0.28648
			0.89894

$$n = 1995 - 1980 = 15 \text{ años}$$

$$N = 1980 - 1940 = 40 \text{ años}$$

$$\text{Log } P_F = 4.84510 + \frac{15}{40} \times 0.89894 = 5.1822025$$

$$P_F = \text{antilog } (5.1822025) = 152,125$$

$$P_F (1995) = 152,125 \text{ hab}$$

4.1.1.5 Método fórmula de Malthus.

$$P_F = P_a \left(1 + \frac{\Delta}{N} \right)^x \quad \Delta = \sum_{i=1}^a \left(\frac{P_i - P_{(i-1)}}{P_{(i-1)}} \right)$$

Tomando el resultado del método geométrico por incremento, que es igual a

$$\Delta = 2.7991$$

$$x = \frac{1995 - 1980}{10} = 1.5 \text{ períodos decenales.}$$

$$N = \frac{1980 - 1940}{10} = 4 \text{ períodos decenales.}$$

$$P_F = 70.000 \left(1 + \frac{2.7991}{4} \right)^{1.5} = 155,126$$

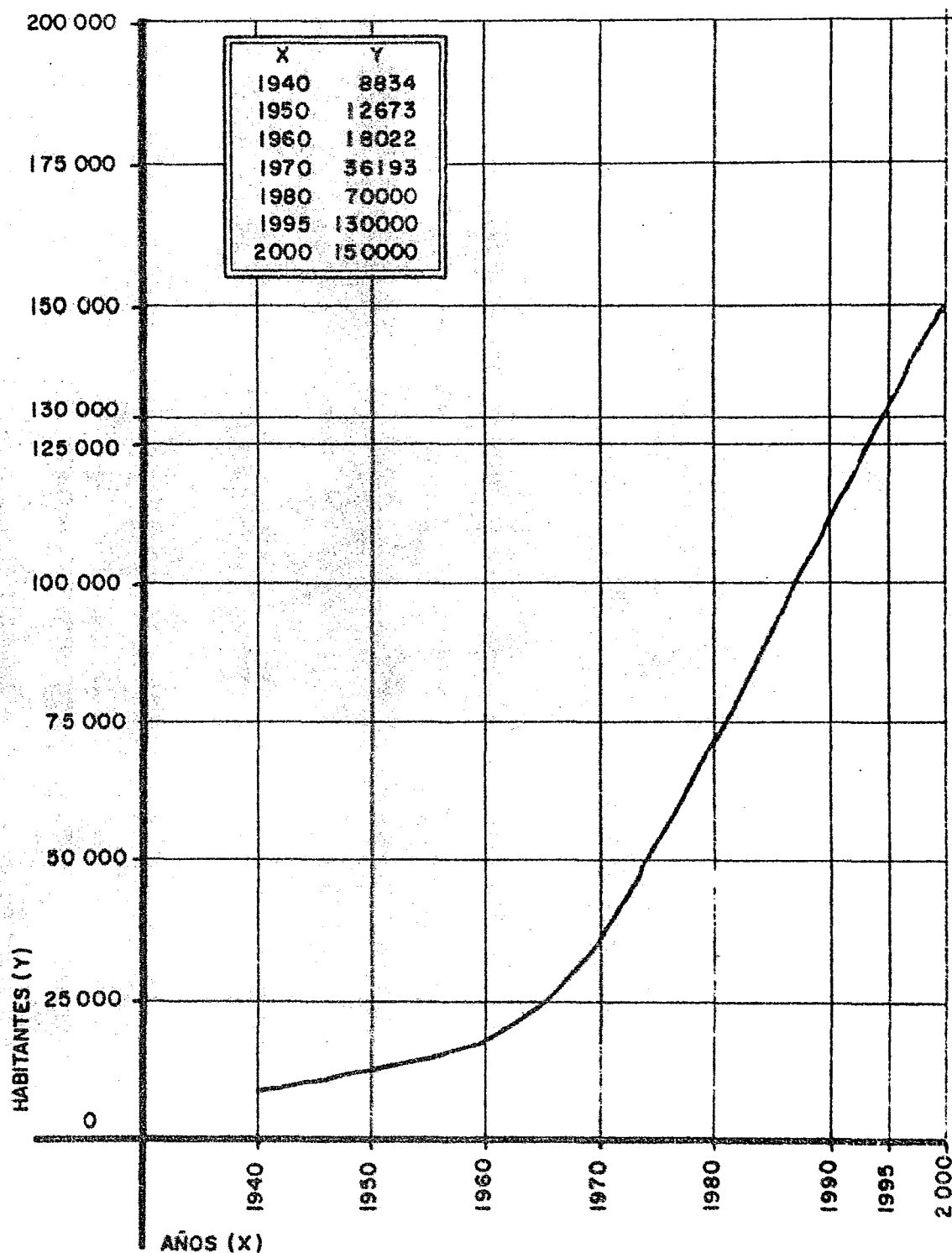
$$P_F (1995) = 155,126 \text{ hab.}$$

4.1.1.6 Método de extensión gráfica.

(Véase la Fig. No. 14).

Fig. 14

METODO EXTENSION GRAFICA
Curva de poblacion - CHILPANCINGO GRO.



CONCLUSIONES DE LAS PROYECCIONES DE LA POBLACION FUTURA,

Como se ha señalado en párrafos anteriores, la aplicación de cualquier método para predecir la población de proyecto al año que se desee, de acuerdo al período económico que se establezca, solamente nos dará resultados orientadores. Al respecto se señala la conveniencia de aplicar varios métodos, con objeto de visualizar un tanto mejor diferentes resultados, con lo que se estará en mejor condición de establecer comparaciones - que aunadas a cualquier información adicional que se conozca de la calidad, tal como la existencia, incremento o probable establecimiento de centros importantes de turismo, agrícolas, comerciales, ganaderos, dentro de la propia localidad o próximos a la misma o en alguna otra cercana con repercusión directa o indirecta sobre aquella, dará oportunidad de concluir acerca del número conveniente de habitantes para los que se deberá dimensionar el proyecto.

Así por ejemplo, en el caso de Chilpancingo se han obtenido los siguientes valores :

M E T O D O	HABITANTES PROYECTO (1995)
Aritmético	120,710
Incrementos diferenciales.	130,552
Geométrico por incrementos.	143,476
Geométrico por incremento medio total.	152,125
Malthus.	155,126
Extensión gráfica.	130,000

Soluciones :

- 1° Considerando el simple promedio, el resultado sería :
138,665 hab.
- 2° Descartando los resultados de los métodos geométrico por incremento medio total y Malthus, por tener valores un tanto disparados de los restantes, se obtiene un promedio de : 131,184 hab.
- 3° Estimando un promedio entre los dos resultados anteriores, obtenemos : 134,925 hab.

Si se toma en consideración el resultado de los diferentes censos de población levantados en años anteriores, se puede decir que la localidad a partir del año 1960, ha tenido una tendencia de crecimiento más o menos estable. Por otra parte, de los tres resultados deducidos, se observa que sus rangos de variación después de los 130,000 habitantes no son -- muy altos, por lo que, podríamos justamente adoptar como población de proyecto la obtenida por el método de extensión gráfica.

Población proyecto (1995) = 130,000 habitantes. Sin embargo, como ya se mencionó, en caso de existir alguno (s) factor (es) que pueden influir en el crecimiento de la población, es conveniente se estudien con detenimiento antes de decidir finalmente.

4.1.2 Dotación Media.

Para la fijación de la dotación, tenemos que en cualquier de - las tres ciudades que aquí servirán para ejemplificar el capítulo 4, son ciudades con servicio establecido de agua potable y por lo tanto ya se tienen datos que ayudarán a establecer la dotación para el proyecto.

La dotación que recomienda la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP): tenemos que para una población de 15,000 ó más habitantes, se fijan dotaciones (lts/hab/día) de : 250 para clima frío, 300 en clima templado y 350 en climas cálidos.

Algunos parámetros que servirán para fijar la dotación de la ciudad de Chilpancingo, Gro., son los que se obtuvieron en el estudio socio-económico, estos son :

En Chilpancingo, Gro., la dotación actual es de aproximadamente de 200 lts/hab/día

- El clima es semicálido húmedo
- El nivel socioeconómico de la población es bajo.
- Las actividades principales de la población son : la agricultura y doméstico-comercial ya que no tienen industrias.
- El índice promedio del crecimiento de la población es de 4,000 hab. por año.
- El 86% de habitantes tienen medidores.

- Coeficiente de variación horaria.

Para este coeficiente SAHOP recomienda $Ch = 1.5$ y considerando que en la ciudad de Chilpancingo la actividad principal es la doméstico-comercial este coeficiente es aceptable.

Así, el gasto máximo horario para la ciudad será de :

$$Q_{max\ h} = Q_{max\ d} \times Ch \Rightarrow 360 \times 1.5 = 540 \text{ LPS}$$

4.2 Período Económico de Diseño.

En las tres localidades que forman parte de los ejemplos, que ilustran esta tesis, su población resulta estar en el rango que especifica SAHOP, es decir, tienen más de 15,000 habitantes, y considerando que el crecimiento de la población en las ciudades tratadas es lineal ascendente, el período máximo que se tomará para diseño de proyecto será de 15 años.

4.3 Planeación de Alternativas.

La ciudad de Delicias, Chih., se abastece de agua potable aprovechando el agua del subsuelo mediante pozos profundos con los siguientes caudales :

POZO	Q (l/s) A DESCARGA LIBRE	Q (l/s) APROVECHABLE
1	70	56
2	75	60
4	96	77
5	32	26
6	90	72
7	83	66
8	<u>54</u>	<u>43</u>
SUBTOTAL :	500	400
POZO EN NVA. TERRAZAS	19	15
POZO EN CARMEN SERDAN	<u>36</u>	<u>29</u>
TOTAL :	<u>555</u>	<u>444</u>

La regularización es actualmente insuficiente ya que se realiza en un tanque superficial de 2,000 m³ y en un tanque elevado de 500 m³ - de capacidad para los pozos 1 a 8. El pozo en Carmen Serdán tiene un tanque de 50 m³ y el de Nva. Terrazas es muy pequeño y está fuera de operación.

En general la ciudad tiene una buena red de agua a excepción de las colonias que están al sur que son la 1^o de Mayo, la Francisco Villa, la Flores Magón y la Tierra y Libertad; y la colonia que se localiza al noroeste llamada Nueva Terrazas.

Las colonias Nva. Terrazas y Carmen Serdán operan independientemente.

Se encuentran en construcción dos pozos dentro del área urbana, a los que se ha denominado Pozo 9 y Pozo 10, ya que el gasto proporcionado por los pozos existentes no alcanza a abastecer la ciudad por no contar con una regularización eficiente.

DATOS BASICOS DE PROYECTO (CD. DELICIAS).

Población Censo de 1970	52,446	hab.
Población actual estimada (1981)	79,900	hab.
Población de proyecto (1997)	157,250	hab.
Dotación	300	l/hab/día
Gasto medio anual	546	l/s
Gasto máximo diario	655	l/s
Gasto máximo horario	983	l/s
Coefficiente de variación diaria	1.2	
Coefficiente de variación horaria	1.5	

4.3.1 Zonificación del Area de Proyecto.

En las alternativas que se plantean se aprovechan las instalaciones existentes. Actualmente los pozos alimentan directamente a la red y por excedencias a los tanques, este funcionamiento no es eficiente por lo que en las alternativas se plantea primero regularizar el caudal de los pozos en tanque elevados ó superficiales y de éstos alimentar a la red. *

* Sólo la alternativa 3 considera el bombeo directo a la red pero con regularización completa.

Se trató de alimentar a la mayor zona posible con tanques superficiales y para lograrlo se dividió la zona de proyecto en Zona Baja y Zona Alta, partiendo del tanque superficial existente; teniendo como límite de zonas la curva de nivel 1175 y por el canal Laguna Seca (que se encuentra entre las curvas de nivel 1170 y 1175). La Zona Alta se alimenta con tanques elevados y la Zona Baja con tanques superficiales y elevados según la alternativa.

DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS.

ALTERNATIVA I

Tenemos en esta alternativa 2 zonas básicas, la Zona Baja y la Alta. La Zona Baja está subdividida en Zona Baja Norte-Poniente y Zona Baja Oriente y la Zona Alta en Zona Alta Sur y Zona Alta Oriente. Esta subdivisión obedece a que hay una división real de las zonas -por la vía de ferrocarril- y que además en la actualidad operan independientemente.

La Zona Baja es abastecida con los pozos existentes 1, 2, 6, 7 y 8 cuyo caudal es primero regularizado en el tanque elevado existente de 500 m³, en el superficial existente de 2,000 m³ y en otro superficial de proyecto de 1,530 m³ localizado a un lado de este último. Se construyen líneas para llevar el caudal de los pozos a los tanques superficiales y el tanque elevado es alimentado directamente con parte del caudal del pozo 2 al que está anexo y el resto del gasto de este pozos es enviado también a los tanques superficiales.

La Zona Alta Sur se abastece con los pozos existentes 4 y 5 y con los que están en etapa de construcción 9 y 10 cuyos caudales son regularizados en tres tanques elevados.

La Zona Alta Oriente se abastece con los pozos de proyecto 11 y 12 con su respectivo tanque elevado cada uno y con el pozo existente en la Col. Carmen Serdán.

ALTERNATIVA II.

La Zona Alta es igual que en la alternativa I.

La Zona Baja Norte-Poniente se abastece con los pozos 1, 6, 7 y 8 y del pozo 2 se toman 10 l.p.s., gasto que se envía a un tanque superficial de proyecto anexo al tanque elevado existente. Parte de la capacidad de los pozos 2 y 6 queda como reserva.

La Zona Baja Oriente se abastece con un pozo de proyecto y con el existente en la Col. Nva. Terrazas regularizando sus caudales con 2 tanques elevados de proyecto de $1,064 \text{ m}^3$ y 220 m^3 de capacidad.

En esta alternativa se disminuyen líneas de conducción a cambio de hacer un pozo adicional.

ALTERNATIVA III.

En esta alternativa se considera el bombeo directo a la red -- con excedencias a tanques de regularización.

La zonificación en esta alternativa es la misma que en las alternativas I y II con la única diferencia de que las dos zonas bajas se integran en una sola.

Zona Baja

Esta zona tiene una superficie de 910 Has, con una población -- de proyecto de 71,000 habitantes y un gasto máximo diario de 297 l/s.

Las fuentes para abastecer la Zona Baja serán los pozos existentes 1, 2, 6, 7, 8 y 13 proporcionando un total de gasto de 312 l/s.

Regularización.- Para almacenar el gasto excedente se aprovecha-- rán el tanque elevado de 500 m³ anexo al pozo No. 2 y El tanque superficial de 2,000 m³ localizado a un lado del pozo No. 4, además será necesario cons-- truir un tanque superficial que se ubicará al lado del existente, con capa-- cidad de 1,600 m³.

Alimentación, Distribución y Operación.- Se aprovechará la red existente en la zona urbana actual y en las zonas nuevas como la colonia -- del Empleado ubicada al norte y la Zona Baja Oriente se presenta el trazo y diámetros preliminares de la red primaria.

Los pozos 1, 7, 8 y 13 mandar n su gasto excedente a los tanques superficiales a través de la doble línea existente de 400 y 300 mm (16" y 12").

El pozo No. 6, enviar  su gasto excedente también a los tanques superficiales a través de una línea de proyecto de 350 mm (14").

Estas tres líneas estarán conectadas a la red de la Zona Baja - así que en realidad los gastos que conduzcan se balancer n automáticamente según se opere el Sistema.

En cuanto al pozo No. 2 tiene anexo el tanque elevado de 500 m³ y aquí tenemos lo siguiente : el tanque tiene su cota de plantilla más baja que los tanques superficiales y es por esta razón por lo que es conveniente que el pozo No. 2 en combinación el tanque elevado abastezca a una subzona aislada para así lograr una mejor operación. Tomando en cuenta que el gasto proporcionado por el pozo es de 60 l/s tenemos que el gasto máximo diario para esta subzona será :

$$\frac{500}{14.58} + (60 - \frac{500}{14.58}) \times \frac{1}{1.5} = 51.4 \text{ l/s}$$

La operación de esta subzona dentro de la Zona Baja trae como consecuencia que la capacidad de regularización necesaria se reduzca de 4,330 m³ a 4,080 m³ y que el gasto que deban proporcionar los pozos se incremente de 297 l/s a 305.6 l/s.

Revisión preliminar del funcionamiento hidráulico.

1a. condición : Gasto = Gasto Máximo Diario

D (mm)	Q (l/s)	V (m/s)	Hf (m/Km)
350	72	0.75	1.4
400	123	0.98	2
300	57	0.81	2

2a. condición : Gasto = Gasto Máximo Horario

D (mm)	Q (l/s)	V (m/s)	Hf (m/Km)
350	36	0.38	0.35
400	106	0.84	1.5
300	50	0.71	1.5
300 *	60 *	0.85	2.2

Es el diámetro de las dos tuberías que van a dar a la Zona Baja Oriente la cual demanda un gasto máximo horario de 135 l/s del cual 15 l/s son dados por el pozo N.T. localizado en la misma zona y el resto 120 l/s por las dos tuberías que son de -- 300 mm (12").

Zona Alta Sur.

Esta zona tiene una superficie de 630 Has con una población de proyecto de 57,000 habitantes y demanda un gasto máximo diario de 223 l/s.

Fuentes.- El caudal será proporcionado por los pozos existentes 4 y 5 y los que se encuentran en construcción 9 y 10.

Regularización.- Para almacenar el gasto excedente de los cuatro pozos se necesitarán 3 tanques elevados dos de $1,000 \text{ m}^3$ y uno de $1,250 \text{ m}^3$.

Distribución.- Dado que tanto los tanques como los pozos se localizan dentro del perímetro de la zona, no hay que proyectar líneas de conducción sino sólo la red primaria. De ésta se presenta su trazo y un primer planteamiento de diámetros. Se aprovecha la red existente.

Zona Alta Oriente.

La superficie de esta zona es de 380 Has, con una población de proyecto de 31,000 habitantes requiriendo un gasto máximo diario de 135 l/s.

Fuentes.- El gasto será proporcionado por el pozo existente en la colonia Nva. Terrazas y dos pozos de proyecto.

Regularización.- La regularización se dará en tres tanques elevados, uno existente de 50 m^3 de capacidad y dos más de proyecto para dar la capacidad requerida que es de $2,000 \text{ m}^3$.

En esta zona se plantea primero regularizar el gasto y después enviarlo a la red de distribución.

COSTOS DE ALTERNATIVAS (Millones de Pesos)

C O N C E P T O	ALTERNATIVAS CON BOMBEO A TANQUES DE REGULARIZACION		ALTERNATIVA CON BOMBEO DIRECTO A LA RED Y EXCEDENCIAS A TANQUES
	I	II	III
*LINEAS DE CONDUCCION.	7.68	3.26	—
*LINEAS DE ALIMENTACION.	10.01	7.34	6.75
LINEAS DE RED.	34.13	33.59	33.59
COSTO DE ENRGIA.	16.26	14.76	14.26
TANQUES SUPERFICIALES.	2.93	0.65	2.68
TANQUES ELEVADOS.	27.01	31.66	27.01
POZOS.	10.00	15.00	10.00
T O T A L :	108.02	107.26	94.24

* LINEA DE CONDUCCION ES LA QUE VA DE UN POZO A UN TANQUE Y LINEA DE ALIMENTACION LA QUE CONDUCE EL CAUDAL DE UN TANQUE A LA RED.

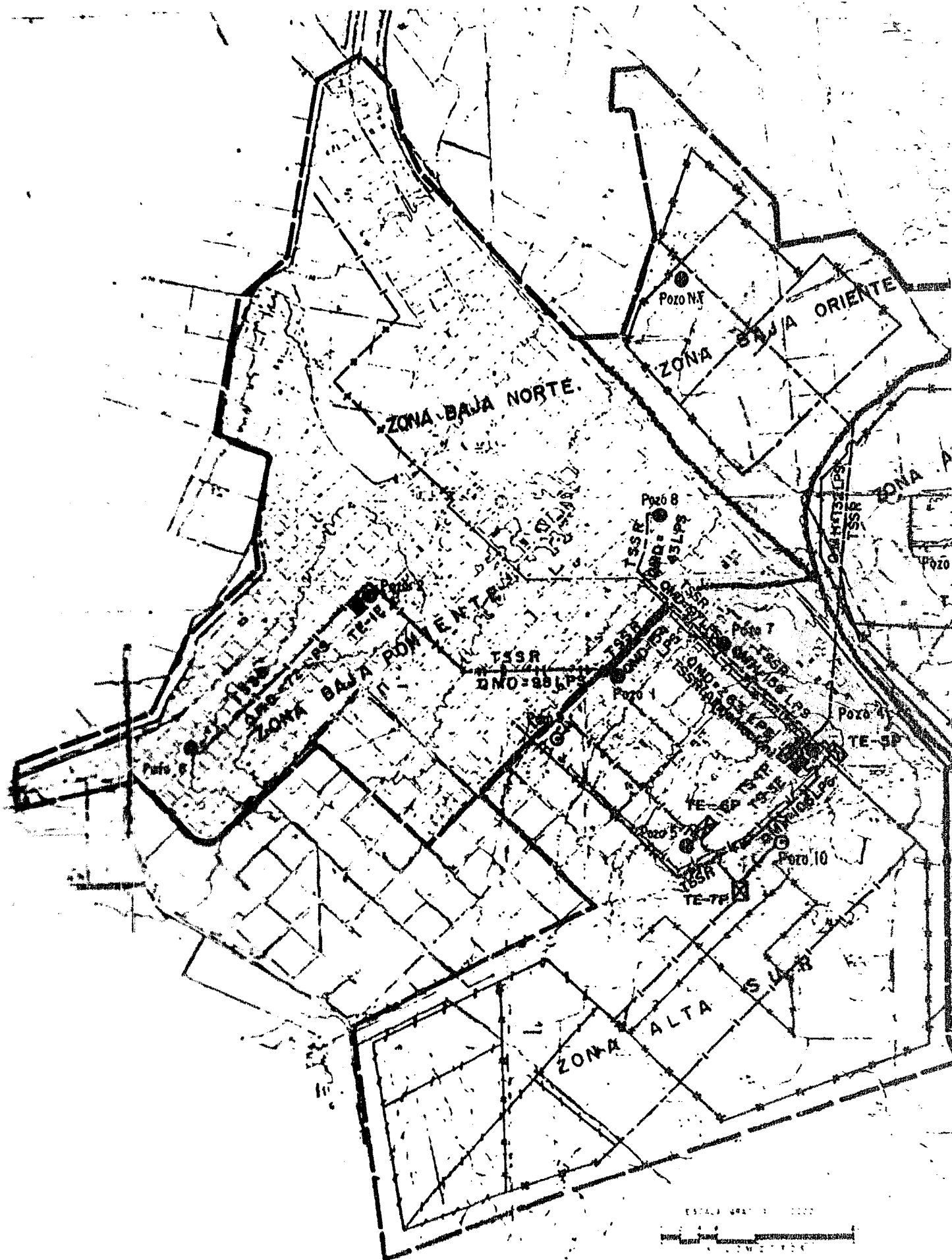
Para el caso de la Alternativa III las mismas líneas son de alimentación y conducción.

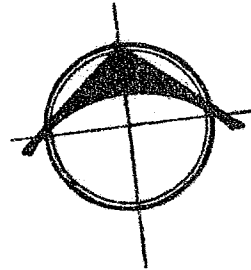
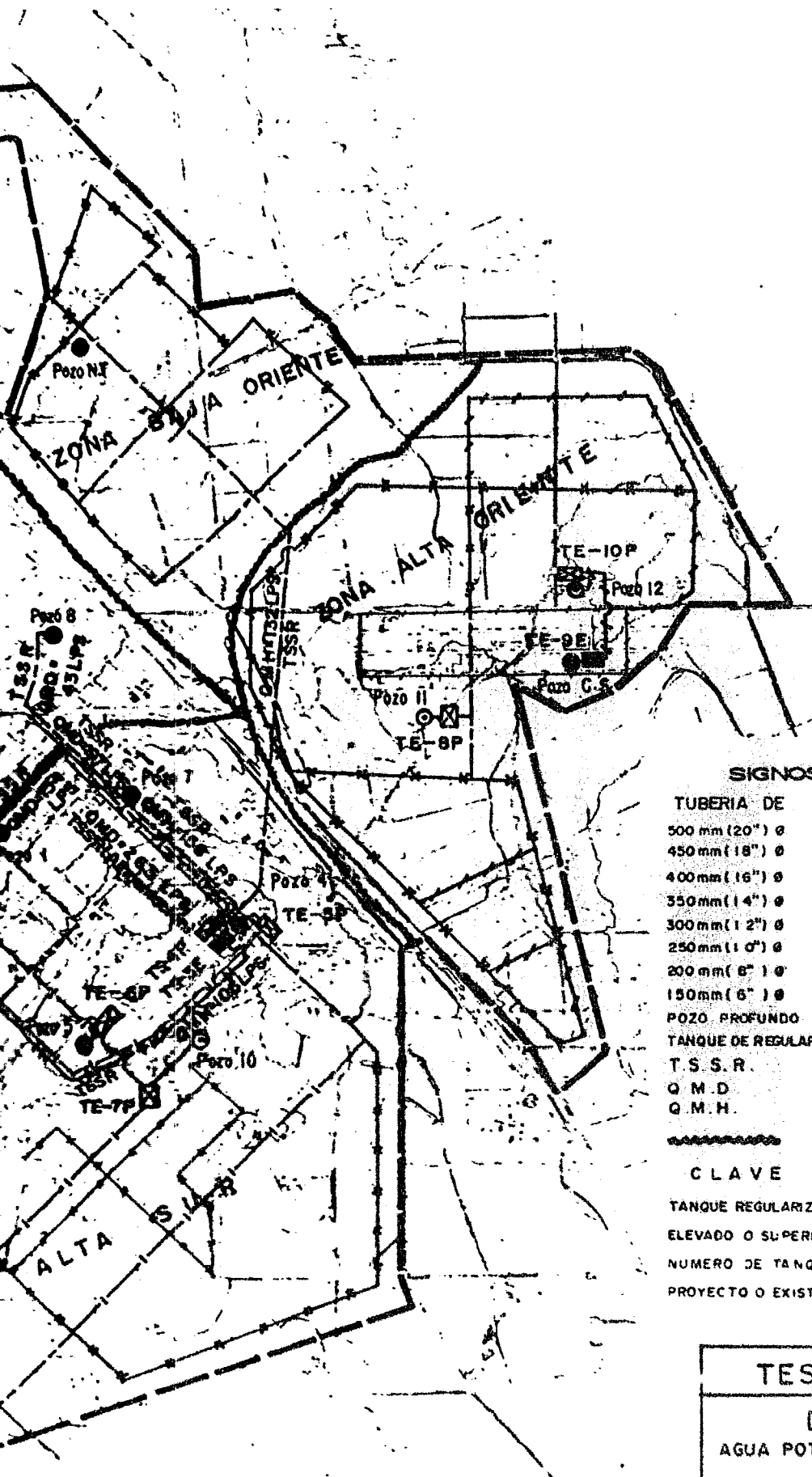
CONCLUSION.

El costo de las alternativas sin bombeo directo a la red no varía significativamente y en todas ellas es mayor que en la alternativa -- III que sí considera el bombeo directo a la red por lo que finalmente concluimos que la mejor alternativa es la No. III, tanto económicamente como operativamente.

ALTERNATIVA I
FUENTES DE ABASTECIMIENTO
(Aguas Subterráneas)

Existentes:	Q. (l.p.s.)	Q. Utilizado (l.p.s.)
Pozo No. 1	56	56
Pozo No. 2	60	60
Pozo No. 4	77	77
Pozo No. 5	26	26
Pozo No. 6	72	72
Pozo No. 7	66	66
Pozo No. 8	43	43
Pozo Nueva Terrazas (N.T.)	15	0
Pozo Carmen Serdán (C.S.)	29	29
De Proyecto:		Q. Utilizado (l.p.s.)
Pozo No. 9 (en construcción)		60
Pozo No. 10 (en construcción)		60
Pozo No. 11		53
Pozo No. 12		53
Tipo de captación		Pozo profundo
Conducción		Bombeo
Capacidad de regularización		9 950 m ³
Potabilización		Desinfección
Distribución		Gravedad
Area urbana actual		1 142 ha.
Densidad media actual		70 hab./ha.
Ampliación de área urbana		776 ha.
Densidad media de proyecto		82 hab./ha.





SIGNOS CONVENCIONALES

TUBERIA DE	EXISTENTE	EN PROYECTO
500 mm (20") Ø	---	---
450 mm (18") Ø	---	---
400 mm (16") Ø	---+ ---+ ---	---+ ---+ ---
350 mm (14") Ø	---+---+---	---+---+---
300 mm (12") Ø	--- --- ---	--- --- ---
250 mm (10") Ø	---	---
200 mm (8") Ø	---	---
150 mm (6") Ø	---	---
POZO PROFUNDO		
TANQUE DE REGULARIZACION		
T.S.S.R.	Tubería sin servicio en ruta	
Q.M.D.	Gasto máximo diario	
Q.M.H.	Gasto máximo horario	
	Límite de zonas	

CLAVE

TANQUE REGULARIZADOR	
ELEVADO O SUPERFICIAL	
NUMERO DE TANQUE	
PROYECTO O EXISTENTE	

TESIS PROFESIONAL

DELICIAS, CHIH.

AGUA POTABLE, FUNCIONAMIENTO GENERAL
DEL SISTEMA

ALTERNATIVA I

MEXICO, D.F.
SEPTIEMBRE 1962

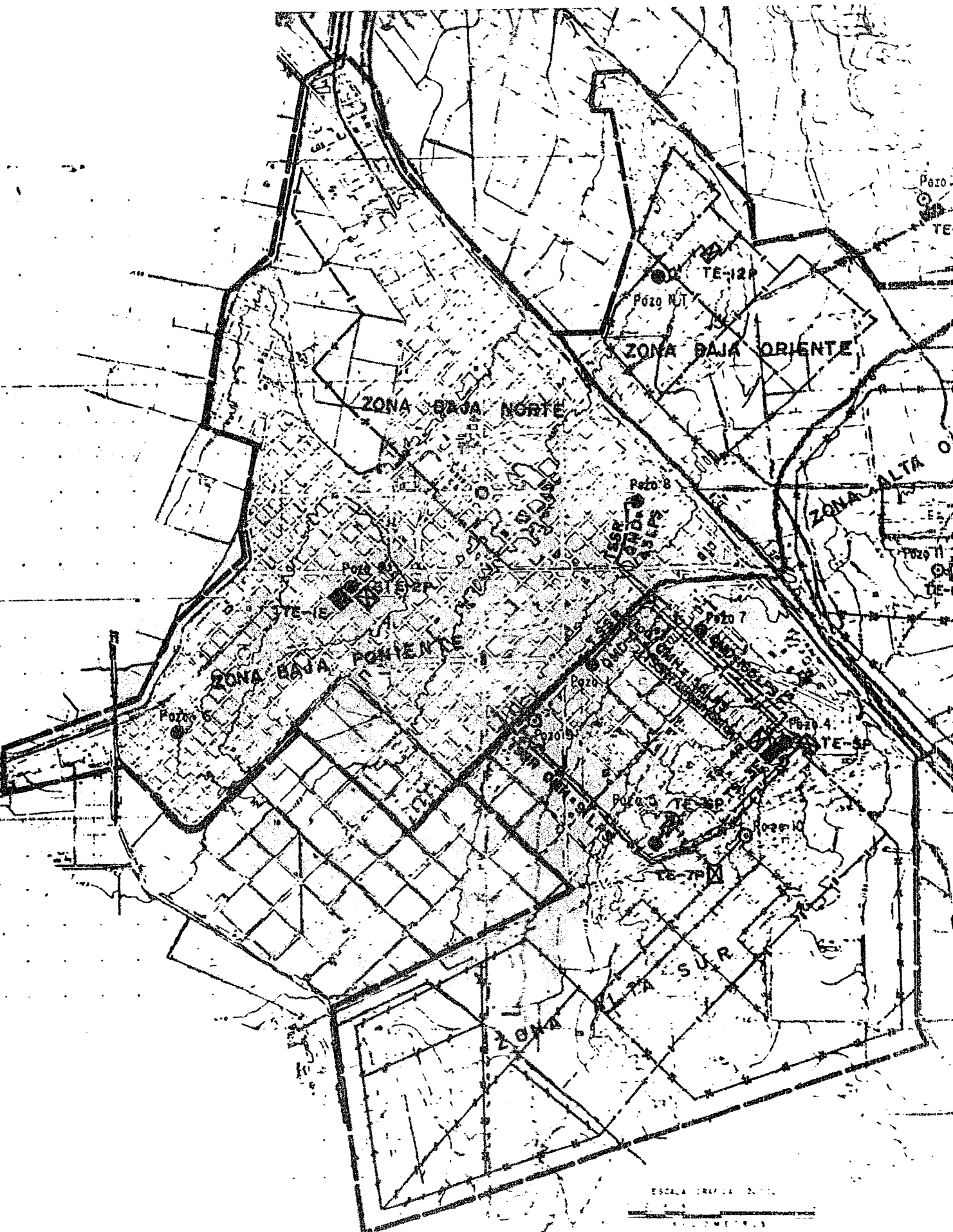
JAIME ALFREDO FLORES V

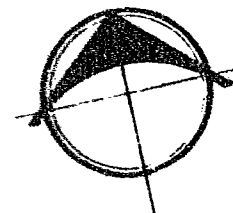
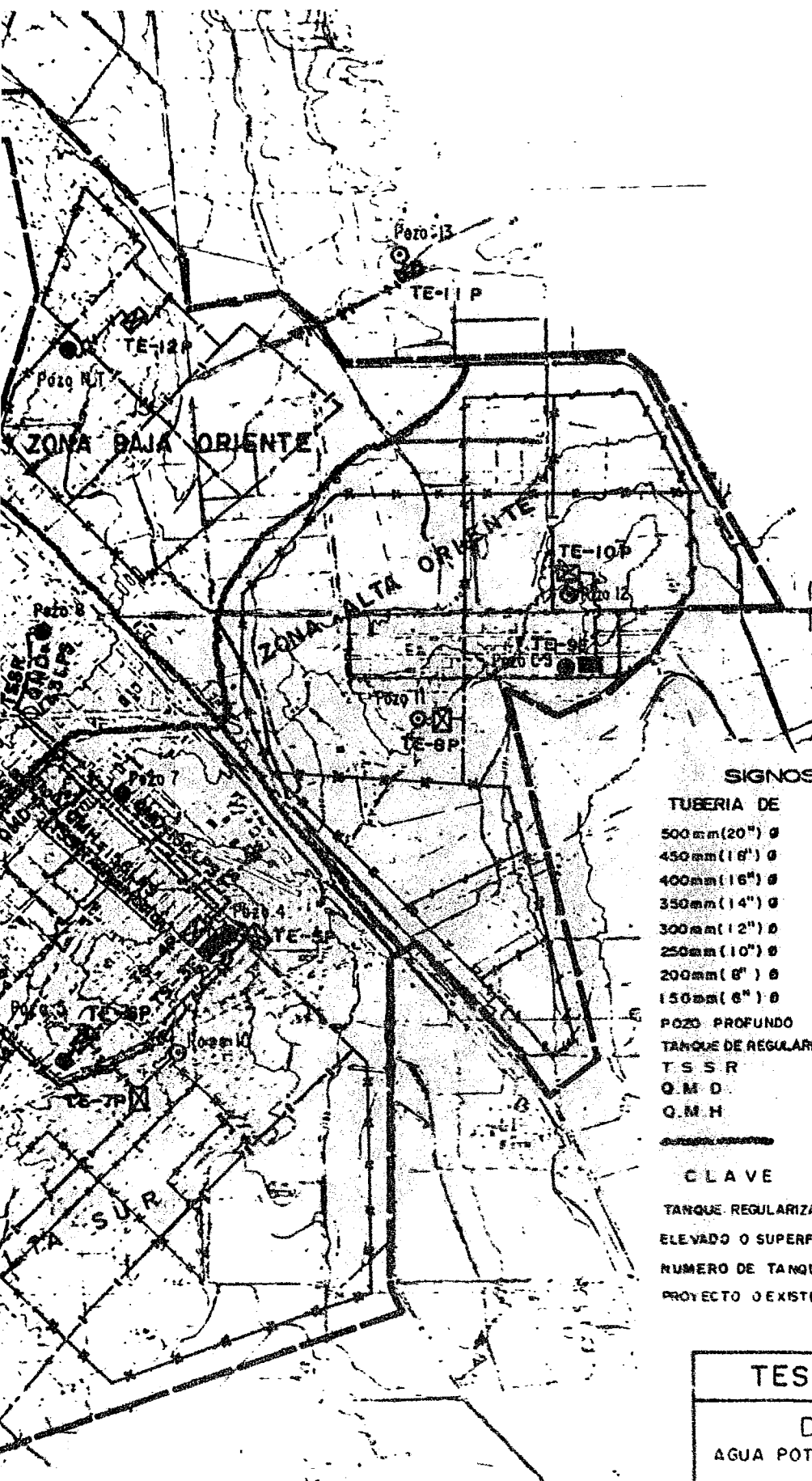
ESCALA 1:100,000



ALTERNATIVA II
FUENTES DE ABASTECIMIENTO
(Aguas Subterráneas)

Existentes:	Q. (l.p.s.)	Q. Utilizado (l.p.s.)
Pozo No. 1	56	56
Pozo No. 2	60	44
Pozo No. 4	77	77
Pozo No. 5	26	21
Pozo No. 6	72	0
Pozo No. 7	66	66
Pozo No. 8	43	43
Pozo Nueva Terrazas (N.T.)	15	15
Pozo Carmen Serdán (C.S.)	29	29
De Proyecto		Q. Utilizado (l.p.s.)
Pozo No. 9 (en construcción)		60
Pozo No. 10 (en construcción)		60
Pozo No. 11		53
Pozo No. 12		53
Pozo No. 13		73
Tipo de captación		Pozo profundo
Conducción		Bombeo
Capacidad de regularización		9 550 m ³
Potabilización		Desinfección
Distribución		Gravedad
Area urbana actual		1 142 ha.
Densidad media actual		70 hab./ha.
Ampliación de área urbana		776 ha.
Densidad media de proyecto		82 hab./ha





SIGNOS CONVENCIONALES

TUBERIA DE	EXISTENTE	EN PROYECTO
500mm(20") Ø	---	---
450mm(18") Ø	---	---
400mm(16") Ø	---+---	---+---
350mm(14") Ø	---+---	---+---
300mm(12") Ø	---+---	---+---
250mm(10") Ø	---+---	---+---
200mm(8") Ø	---+---	---+---
150mm(6") Ø	---+---	---+---
POZO PROFUNDO	●	○
TANQUE DE REGULARIZACION	■	□
T.S.S.R.	Tubería sin servicio en ruta	
Q.M.D.	Gasto máximo diario	
Q.M.H.	Gasto máximo horario	
---	Límite de zonas	

CLAVE

TANQUE REGULARIZADOR	TE-4 P
ELEVADO O SUPERFICIAL	TS-4
NUMERO DE TANQUE	---
PROYECTO O EXISTENTE	---

TESIS PROFESIONAL

DELICIAS, CHIH.
AGUA POTABLE, FUNCIONAMIENTO GENERAL
DEL SISTEMA

ALTERNATIVA II

MEXICO, D.F.
SEPTIEMBRE 1982

JAIME ALFREDO FLORES

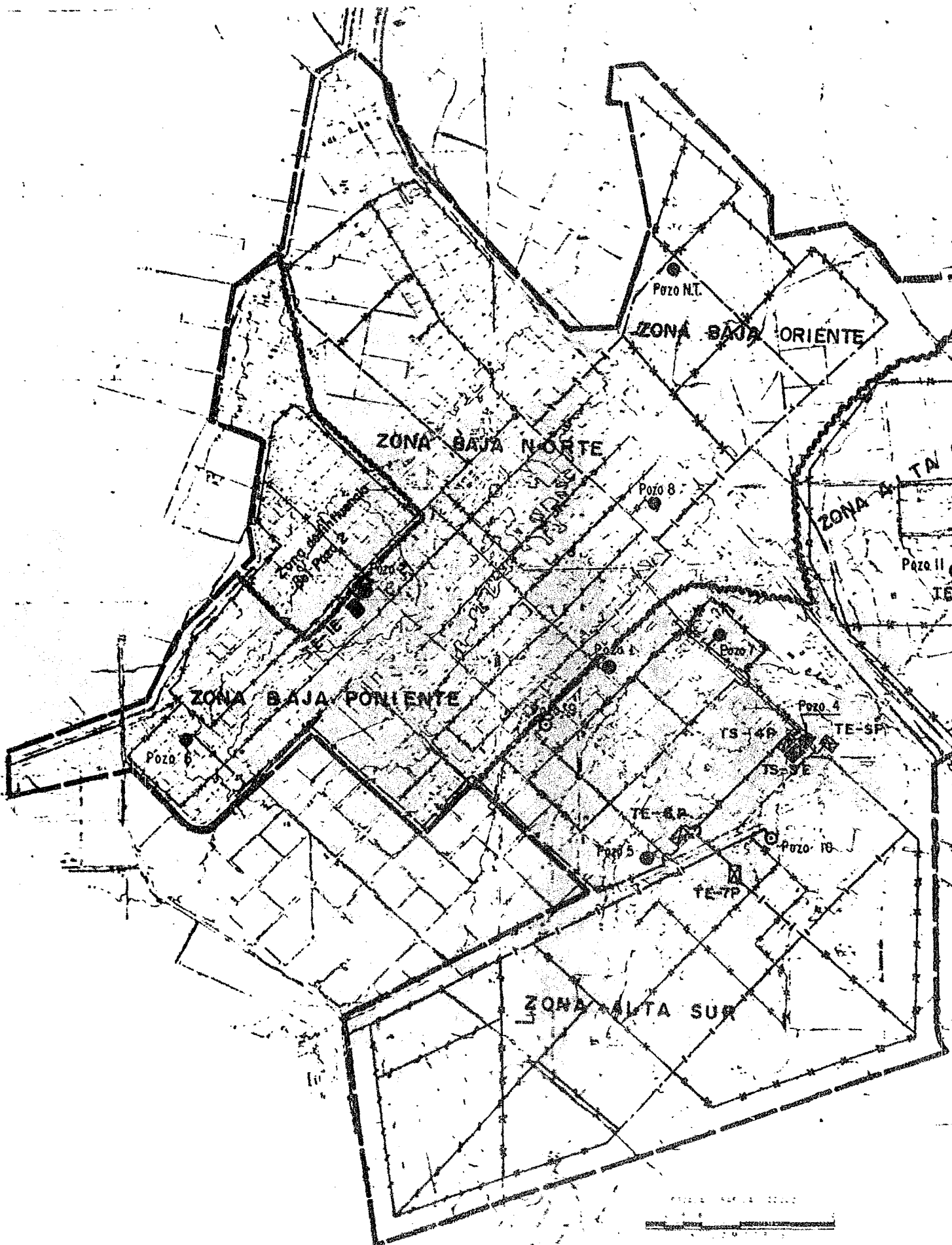
ESCALA GRAFICA 20000

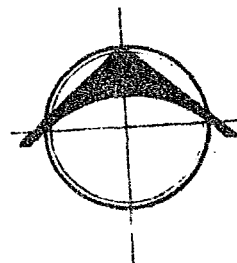
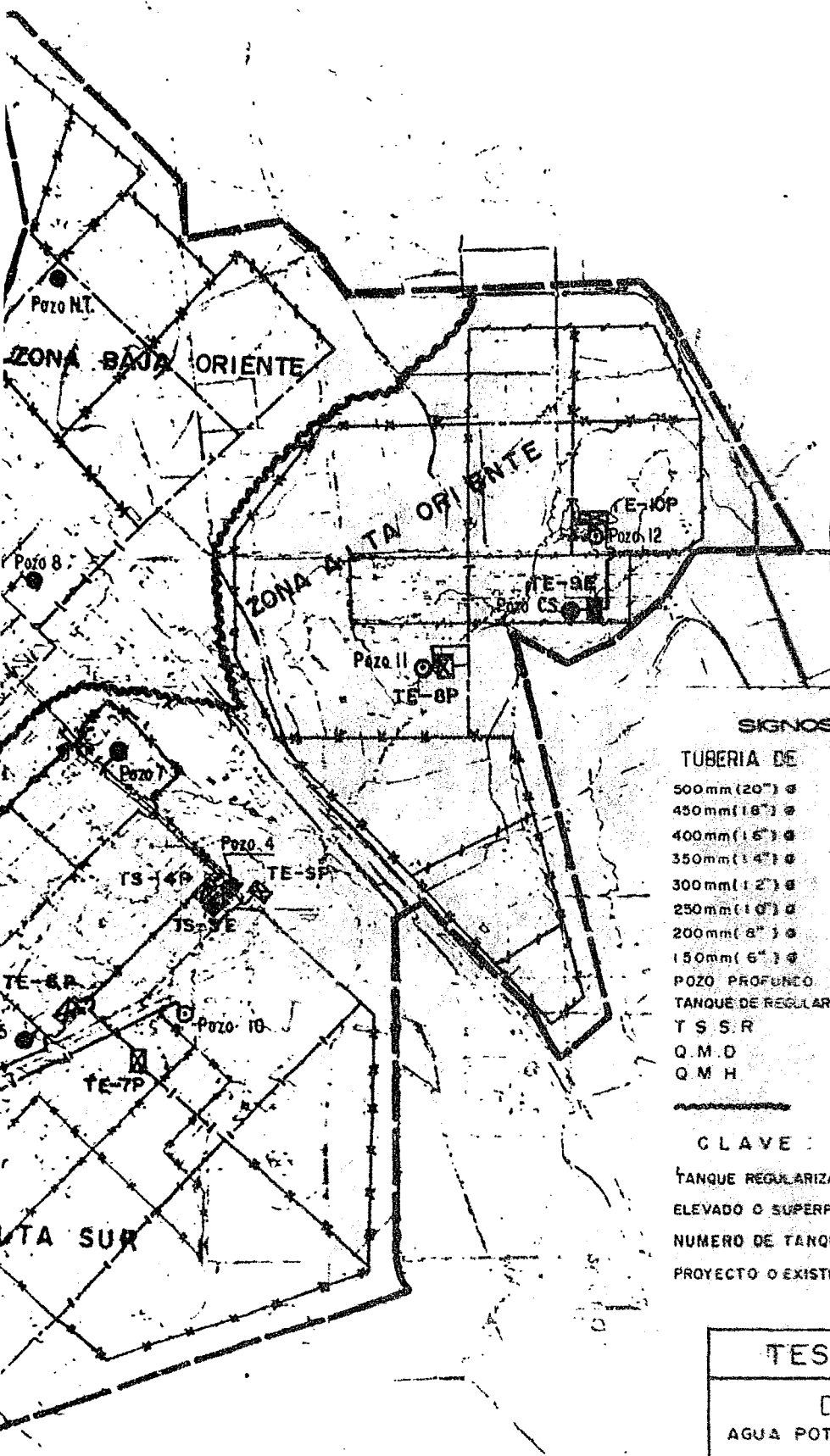


ALTERNATIVA III

FUENTES DE ABASTECIMIENTO
(Aguas Subterráneas)

Existentes:	Q. (l.p.s.)	Q. Utilizado (l.p.s.)
Pozo No. 1	56	56
Pozo No. 2	60	60
Pozo No. 4	77	77
Pozo No. 5	26	26
Pozo No. 6	72	72
Pozo No. 7	66	66
Pozo No. 8	43	43
Pozo Nueva Terrazas (N.T.)	15	15
Pozo Carmen Serdán	29	29
De Proyecto:		Q. Utilizado (l.p.s.)
Pozo No. 9 (en construcción)		60
Pozo No. 10 (en construcción)		60
Pozo No. 11		53
Pozo No. 12		53
Tipo de captación	Pozo profundo	
Conducción	Bombeo	
Capacidad de regularización	9 300 m ³	
Potabilización	Desinfección	
Distribución	Gravedad y Bombeo	
Area urbana actual	1 142 ha.	
Densidad media actual	70 hab./ha.	
Ampliación de área urbana	776 ha.	
Densidad media de proyecto	82 hab./ha.	
OPERACION:		
Con bombeo directo a la red y excedencias a tanques		





SIGNOS CONVENCIONALES

TUBERIA DE	EXISTENTE	EN PROYECTO
500mm (20") Ø	---	---
450mm (18") Ø	---	---
400mm (16") Ø	---+---	---+---
350mm (14") Ø	---+---	---+---
300mm (12") Ø	---+---	---+---
250mm (10") Ø	---+---	---+---
200mm (8") Ø	---+---	---+---
150mm (6") Ø	---+---	---+---
POZO PROFUNDO	●	○
TANQUE DE REGULARIZACION	■	□
T S S R	Tubería sin servicio en ruta	
Q.M.D	Gasto máximo diario	
Q.M.H	Gasto máximo horario	
---	Límite de zonas	

CLAVE :

TANQUE REGULARIZADOR
ELEVADO O SUPERFICIAL
NUMERO DE TANQUE
PROYECTO O EXISTENTE

T E - 4 P
T S - 4 E

TESIS PROFESIONAL

DELICIAS, CHIH.
AGUA POTABLE, FUNCIONAMIENTO GENERAL
DEL SISTEMA

ALTERNATIVA III

MEXICO, D.F.
SEPTIEMBRE 1982

JAIME ALFREDO FLORES

4.3.2 Etapas de Construcción.

Previendo que la ciudad de Delicias tiene insuficiencias de abastecimiento a su población, se consideran dos etapas de construcción. La etapa inicial será aquella que tenga la capacidad suficiente para abastecer a la población 5 años, una vez que se hayan iniciado los trabajos constructivos. Desde luego esta etapa ampliara y reforzará a las estructuras que operan actualmente y que servirán para abastecer la demanda futura. Finalmente la segunda etapa (etapa final) será aquella que satisfará la demanda futura.

4.4 Fuentes de Abastecimiento.

En la ciudad de Chilpancingo el abastecimiento será a través del agua que aflora en los manantiales cercanos a la ciudad, mismos que han sido comentados en capítulos anteriores, y que son capaces de suministrar la suficiente cantidad de agua para abastecer a toda la población futura.

Para la ciudad de Delicias como ya se comentó en la planeación - de alternativas, su abastecimiento se encuentra en el subsuelo de la misma ciudad, sin necesidad de expropiar otro tipo de abastecimiento.

4.5 Líneas de Interconexión y Conducción.

Conceptos Generales.

Se deberá contar con una planta topográfica en la que se ubiquen los puntos (fuente y entrega), que tienen que unirse mediante una línea de conducción. Además de contar con los siguientes datos :

Q = Gasto a conducir.

H = Desnivel entre los puntos.

Procedimiento de Cálculo.

1. Trazos Preliminares.

Se realizan varias alternativas de trazo considerando los siguientes aspectos :

- Minimizar la longitud.
- Minimizar el diámetro que es inversamente proporcional a la pendiente hidráulica para un mismo gasto.
- Minimizar el número de piezas especiales.

2. Selección del trazo.

Para seleccionar el trazo de las diferentes alternativas, se evaluarán todas ellas considerando los siguientes costos :

- Costo de excavación para alojar al tubo.
- Costo por el relleno de la zanja que aloja al tubo.
- Costo de la tubería (para esto es necesario conocer el tipo de tubería que se usará, esto es, tubería de asbesto-cemento, PVC ó acero).

3. Criterios de Diseño.

Para calcular el diámetro entre dos puntos dados se utiliza la fórmula de Manning (como ya se vio en la primera parte, cuyo diagrama de flujo se codificó para una calculadora TI-59 que servirá para agilizar los cálculos que determinan el diámetro de la línea), con el caudal máximo que fluya en la tubería.

4.5.1 Líneas trabajando por bombeo.

El ejemplo que se presentará para las líneas de interconexión - por bombeo será de la ciudad de Chilpancingo, Gro.

La finalidad de esta línea es la de conducir un caudal que necesita una zona habitacional que se encuentra en una zona topográfica más alta que la fuente. (Ver Fig. No. 15)

Para conocer el diámetro económico, se determinará el costo total de operación anual para varias alternativas de diámetros cuyo valor mínimo será el que fije el diámetro más económico. (Ver Fig. No. 16).

En nuestro ejemplo se tienen los siguientes datos generales, mismos que servirán para realizar los cálculos que serán tabulados en una tabla donde se llevarán simultáneamente tres diámetros de los cuales se obtendrá el diámetro económico.

$$Q = 23.2 \text{ LPS}$$

$$L = 300 \text{ m}$$

$$\text{Desnivel entre las plantillas de los tanques} = 31 \text{ m}$$

$$\text{Altura de los tanques} = 3 \text{ m}$$

$$H = 35 \text{ m (se considerará 1 m de pérdidas locales).}$$

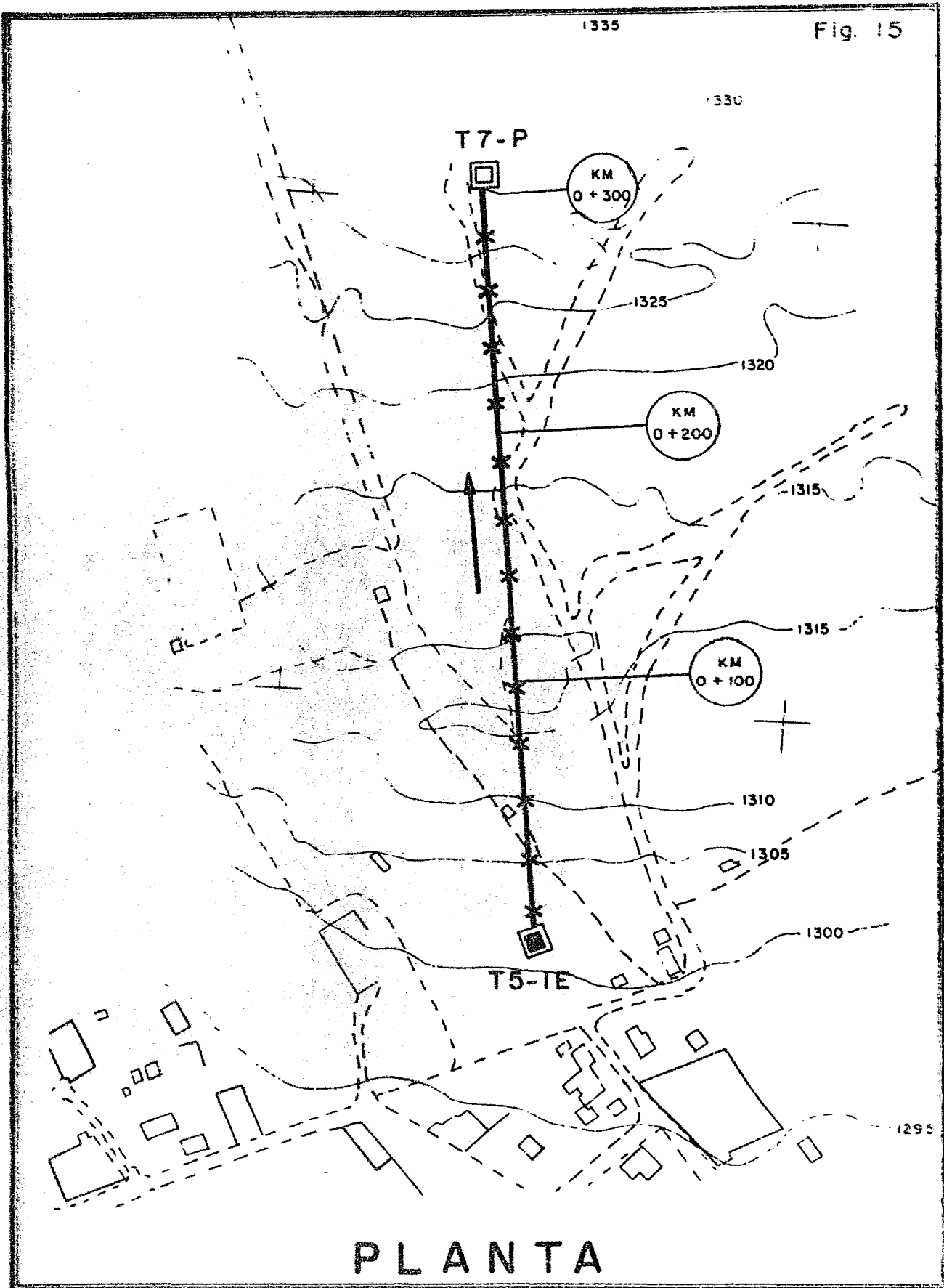
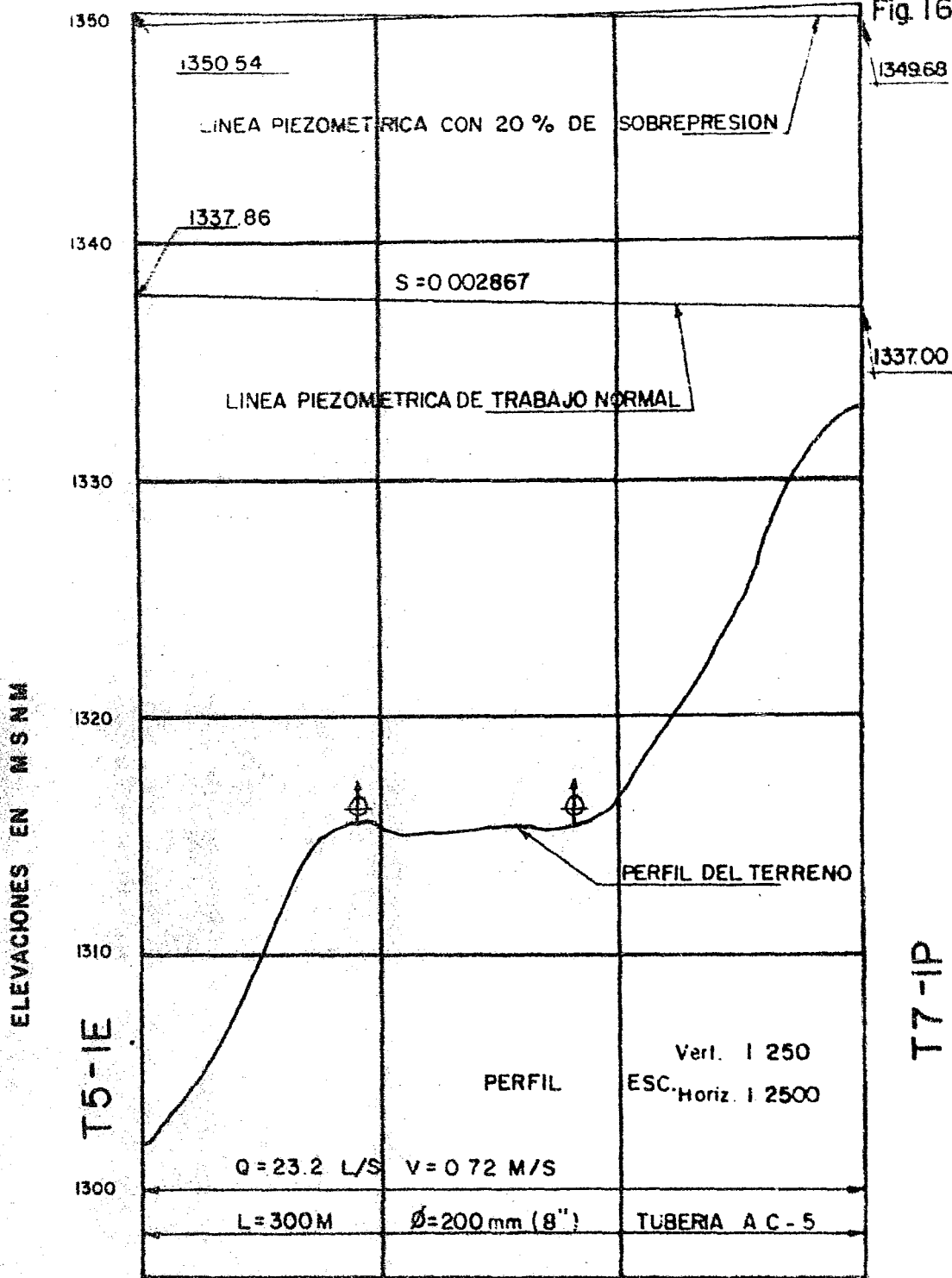


Fig 16



T7-1P

COTA PIEZOMETRICA	1337.46	1337.57	1337.29	1337.00
COTA DE PLANTILLA	1302.0	1313.35	1315.15	1315.00
COTA DE TERRENO	1302.0	1314.50	1317.00	1315.00
CADENAMIENTO	0+000	0+100	0+200	0+300

CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO

Diámetro Nom.		Área en m ²	Costo en	Velocidad	Long. Línea	(C ³)	Coef. fricción	Constante de	Pérdida fricción	% de	N ₁ + N ₂ + % N ₃	Q _{N₁}	75%	Q _{N₁}
mm.	Pulg.	(A)	m ³ /seg. (B)	m/seg. (V)	(L)		Manning (K)	(K)	h _f (10 ² x en m)	Otros p.e.r.d.	+ desahogado	(Q en l.p.s.)	N = 75%	75%
200	8	0.0321		0.72		5.39		5.05	0.82	0.041	35.84	431.15		17.1
150	6	0.0182	0.0232	1.27	300	x -3	0.01	23.44	3.79	0.19	38.98	904.34	57	17.1
250	10	0.0507		0.46		10		1.54	0.25	0.013	35.26	818.10		16.4

GOLPE DE ARIETE

Presión de trabajo de tubería kg/cm ²	Diám. nom. (ø) cm.	espesor pared de tubo (e) cm.	V en m/seg.	145 V	E _{td}	E _{te}	$\frac{E_d}{E_s}$	$1 + \frac{E_d}{E_s}$	$\sqrt{1 + \frac{E_d}{E_s}}$	Sobrepresión en 145 V $h = \frac{V^2}{2g}$	Sobrepresión absorbida por válvula 80 % h	Sobrepresión absorbida por tubería 20% h	Carga normal de separación (en m.) h ₁	Pres. de tubería 20% h ₁ (en m.)
3.18	20.3	1.4	0.72	104.4	419 601	459 200	0.914	1.914	1.383	73.39	58.71	14.68	34.86	50.14
3.5	15.2	1.2	1.27	184.2	314 184	393 600	0.738	1.738	1.341	134.08	107.26	26.82	38.98	61.81
4.16	24.4	1.5	0.46	166.7	525 018	492 000	1.067	2.067	1.438	115.94	92.76	23.19	35.26	58.41

V = velocidad inicial del agua (m/seg.) - E_d = Módulo de elasticidad del agua (20 670 kg/cm²) - E_s = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para asbesto cemento = 325 000; para acero = 2 100 000 kg/cm²)

CONCEPTO	Diámetro = 200 mm. (8") Clase A-5				Diámetro = 150 mm. (6") Clase A-7				Diámetro = 250 mm. (10") Clase A-7			
	Cantidad	Unid.	P.U.	Importe \$	Cantidad	Unid.	P.U.	Importe \$	Cantidad	Unid.	P.U.	Importe \$
Excav. Mat. clase I		m ³				m ³				m ³		
Excav. Mat. clase II 30%	77.4	m ³	136.82	10 589	69.3	m ³	136.82	9 481	86.4	m ³	136.82	11 821
Excav. Mat. clase III 70%	180.6	m ³	531.48	95 985	161.7	m ³	531.48	85 940	201.6	m ³	531.48	107 141
Plantales episonada	22.5	m ³	164.29	3 696	21.0	m ³	164.29	3 450	24.0	m ³	164.29	3 943
Inst. union y prueba tubería	300.0	m.	56.19	16 857	300.0	m.	48.95	14 685	300.0	m.	77.74	23 322
Refracción compactada	103.1	m ³	92.75	9 560	89.2	m ³	92.75	8 273	117.3	m ³	92.75	10 877
Refracción volteo	123.8	m ³	41.07	5 082	115.5	m ³	41.07	4 743	132.0	m ³	41.07	5 421
Atracos de concreto fc=90		m ³				m ³				m ³		
Costo de tuberías	300.0	m.	377.39	113 217	300.0	m.	273.93	82 179	300.0	m.	571.21	171 363
Costo total de conducción ⑤				\$ 254 986				\$ 208 751				\$ 333 953

RESUMEN

Presión de trabajo tubería kg/cm ²	Diámetro nominal		M.P.	K.W. h.	Costo por hora bombeo \$	Carga anual de bombeo \$	Costo total de conducción m.l.	Carga anual de amortización (conducción) (años al % anual)	Costo anual de bombeo para operación de 365 días
	mm.	Pulg.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦ = ④ + ⑥
3.18	200	8	14.60	10.89	10.89	95 396	254 986	33 524	128 920
3.5	150	6	15.87	11.83	11.83	103 630	208 751	27 445	131 075
4.16	250	10	14.34	10.70	10.70	93 737	333 953	43 906	137 643

Costo de K.W. h = \$ 1.00 ② = ① x 0.7457 ③ = ② x \$ 1.00 ④ = ③ x 8760 ⑥ = ⑤ x anualidad ⑦ = ④ + ⑥

Se recomienda el diámetro más pequeño para cada caso por el menor costo determinado en las columnas ⑦

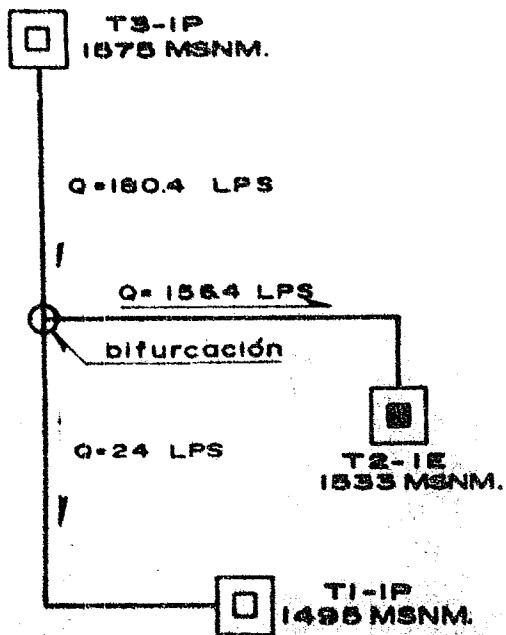
4.5.2 Tubería a presión trabajando por gravedad.

El ejemplo que se presentará para este tipo de líneas, será de la ciudad de Saltillo, Coah., el cual consiste en entregar el agua de un tanque de regularización (T3-IP), a otros dos tanques (T1-IP y T2-IE), que se encuentran más abajo topográficamente. Cinco años más tarde cuando entre a funcionar la segunda etapa (etapa final), se incrementará el gasto a las zonas bajas, por lo que se tendrá que construir un tanque adicional (T2-2P), para regular toda la demanda de la zona afectada. Ante esta necesidad se presentan dos soluciones, a las que llamaremos alternativa I y II. (Ver Fig. 17).

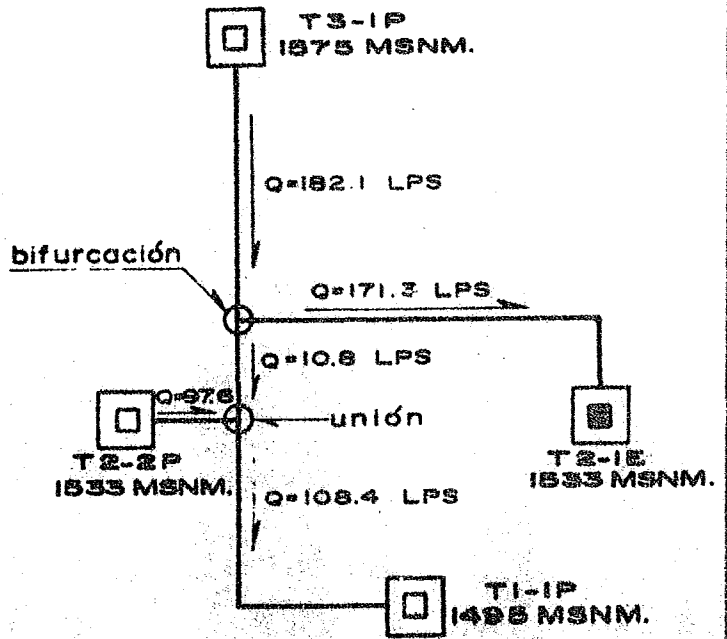
4.5.2 Tubería a presión trabajando por gravedad.

El ejemplo que se presentará para este tipo de líneas, será de la ciudad de Saltillo, Coah., el cual consiste en entregar el agua de un tanque de regularización (T3-IP), a otros dos tanques (T1-IP y T2-1E), que se encuentran más abajo topográficamente. Cinco años más tarde cuando entre a funcionar la segunda etapa (etapa final), se incrementará el gasto a las zonas bajas, por lo que se tendrá que construir un tanque adicional (T2-2P), para regular toda la demanda de la zona afectada. Ante esta necesidad se presentan dos soluciones, a las que llamaremos alternativa I y II. (Ver Fig. 17).

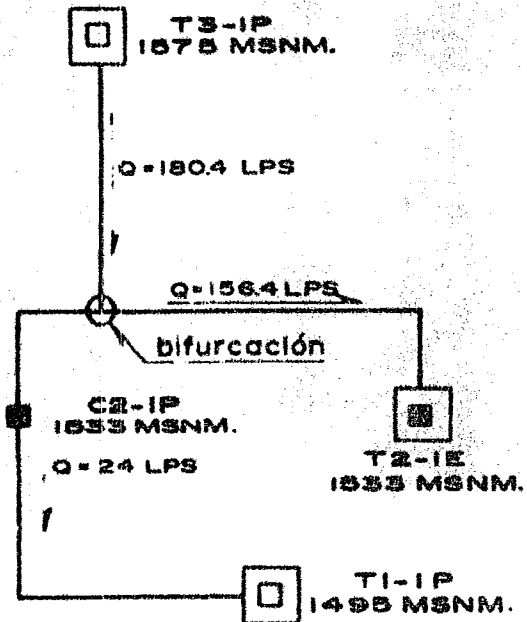
Fig. 17



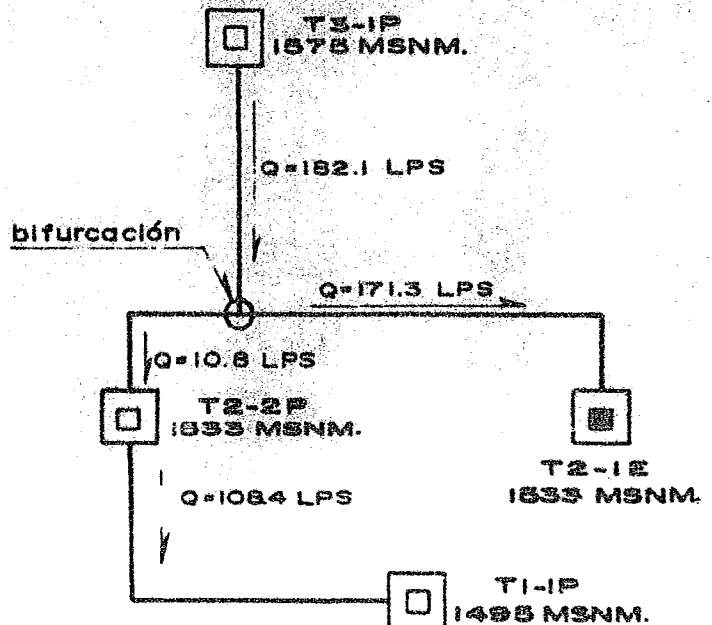
ALTERNATIVA I
SOLUCION PARA LA PRIMER ETAPA



ALTERNATIVA I
SOLUCION PARA LA ETAPA FINAL



ALTERNATIVA II
SOLUCION PARA LA PRIMER ETAPA



ALTERNATIVA II
SOLUCION PARA LA ETAPA FINAL

Descripción de las Alternativas.

Como se observa en la alternativa I, la solución consiste en -- unir el gasto de la segunda etapa, a través de una tubería que se entroncará a la línea que va de la derivación al tanque T1-IP. La alternativa tiene las siguientes características :

El desnivel que hay entre los tanques T3-IP y T2-IE es de 42 m, por lo que se usará sólo tubería clase A-5. El desnivel que tienen los tanques T3-IP y T1-IP es de 80 m, debido a esto se usarán los tubos de clase A-5, A-7 y A-10. Finalmente la tubería que se construirá en la segunda etapa será clase A-5 pues el desnivel que hay entre el tanque T2-2P y el punto - donde se une con la tubería de la 1a. Etapa es de 28 m.

Para la alternativa II la longitud total de tubería es mayor que para la alternativa anterior (en la primera etapa), pero con la diferencia de tener sólo tubería clase A-5 y para que esto se logre se llevará la tubería por donde estará el tanque de la 2a. etapa; lugar donde se colocará una caja rompedora de presión para tener así dos desniveles parciales entre los tanques T3-IP y T1-IP, es decir, de T3-IP a caja rompedora de presión (C2-IP) con 42 m de desnivel y C2-IP a T1-IP con 38 m de desnivel.

Finalmente para la segunda etapa sólo se quitará la caja rompedora de presión (C1-IP) y en su lugar se construirá el tanque T2-2P para que - su combinación con el tanque T2-IE regulen el gasto de esa zona.

Cálculo preliminar de los diámetros en las líneas.

ALTERNATIVA I

1.1 Línea de T3-IP a T2-1E

Longitud entre ambos tanques 4,670 m

Desnivel 42 m

Altura de los tanques 4 m

Pendiente teórica $S = 38 \div 4,670 = 0.008137$

1.1.1 Tramo entre T3-IP y bifurcación.

Cota del terreno en la bifurcación = 1,525 msnm

$Q = 182.1$ LPS

$L = 1,900$ m

Diámetro propuesto $\phi = 356$ mm (14")

$V = 1.83$ m/s

$K = 0.255528$

$S = 0.008473$

$h_f = 16.1$ m

Cota piezométrica en la bifurcación = $1,575 - 16.1 = 1558.9$ m

Carga estática en la bifurcación = $1,575 - 1,525 = 50$ m

Se usará tubería clase A-5

1.1.2 Tramo de bifurcación a T2-IE.

$$Q = 171.3 \text{ LPS}$$

$$L = 2,770$$

$$H = 1558.9 - 1,537 = 21.9 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro teórico} = 13.85''$$

Diámetros usados

$$\emptyset 1 = 356 \text{ mm (14'')} \quad \emptyset 2 = 305 \text{ mm (12'')}$$

$$\emptyset 2 = 305 \text{ mm (12'')}$$

$$V = 1.73 \text{ m/s}$$

$$V = 2.35 \text{ m/s}$$

$$K = 0.255528$$

$$K = 0.581417$$

$$S = 0.007498$$

$$S = 0.017061$$

$$h_f = 20.77 \text{ m}$$

$$h_f = 47.26 \text{ m}$$

Localización de la reducción.

$$\text{para } \emptyset 1 \Rightarrow L = 2,643 \text{ m}$$

$$h_{f1} = 19.8 \text{ m}$$

$$\emptyset 2 \Rightarrow L = 127 \text{ m}$$

$$h_{f1} = 2.1 \text{ m}$$

$$\text{Carga estática en T2-IE} = 42 \text{ m}$$

Se usará tubería clase A-5

1.2 Línea de T2-2P a T2-1P

$$\text{Longitud entre ambos puntos} = 3,156 \text{ m}$$

$$\text{Desnivel} = 38 \text{ m}$$

$$\text{Altura de los tanques} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente teórica} \Rightarrow S = 34 \div 3,156 = 0.010773$$

1.2.1 Tramo entre T2-2P y unión (para la etapa final).

Cota de terreno en la bifurcación = 1,505 m

$Q = 97.6$ LPS

$L = 1,348$ m

Diámetro propuesto $\emptyset = 305$ mm (12")

$V = 1.34$ m/s

$K = 0.581417$

$S = 0.005538$

$h_f = 7.47$ m

Cota piezométrica en la unión = $1,533 - 7.47 = 1,525.53$ m

Carga estática en la unión = $1,533 - 1,505 = 28$ m

por lo que se usará tubería clase A-5

1.2.2 Tramo entre bifurcación y unión.

Carga estática en la bifurcación = $1,575 - 1,525 = 50$ m

Carga estática en la unión = $1,575 - 1,505 = 70$ m

Cota piezométrica en bifurcación = 1,558.9 m

Cota piezométrica en unión = 1,525.5 m

Carga disponible = $1,558.9 - 1,525.5 = 33.4$ m

$Q = 24$ LPS

$L = 1,354$ m

Diámetro teórico = 5.36"

Diámetro propuesto

$\emptyset = 152 \text{ mm (6")}$

$V = 1.32 \text{ m/s}$

$K = 23.44125$

$S = 0.0135$

$h_f = 18.26$

$h_f = 18.26 < h_f \text{ disponible}$

Considerando los límites de la carga estática, la tubería será de clase A-7

1.2.3 Tramo entre unión y T1-1P

$Q = 108.4 \text{ LPS}$

$L = 1,808 \text{ m}$

$H = 1,525.5 - 1,499 = 26.5 \text{ m}$

Diámetro teórico = 10.4"

Diámetros usados

$\emptyset 1 = 305 \text{ mm (12")}$

$V = 1.49 \text{ m/s}$

$K = 0.581417$

$S = 0.006832$

$h_f = 12.35$

$\emptyset 2 = 254 \text{ mm (10")}$

$V = 2.14 \text{ m/s}$

$K = 1.537402$

$S = 0.018065$

$h_f = 32.66 \text{ m}$

$$\emptyset 1 \Rightarrow L_1 = 547 \text{ m}$$

$$h_{f1} = 3.74 \text{ m}$$

$$\emptyset 2 \Rightarrow L_2 = 1,261 \text{ m}$$

$$h_{f2} = 22.78 \text{ m}$$

$$\text{Carga estática en T1-IP} = 1,575 - 1,495 = 80 \text{ m}$$

Considerando los límites de la carga estática, en este tramo la tubería será clase A-10

Resumen de diámetros usados para la alternativa I

DIAMETRO	CLASE	LONGITUD (m)
14"	A-5	4,543 m
12"	A-5	127 m
12"	A-5	1,348 m (etapa final)
12"	A-10	547 m
10"	A-10	1,261 m
6"	A-7	1,354 m

A continuación se presenta el análisis de costo para la Alternativa I.

DIAMETRO: 300 mm(12"), CLASE AC-5 , LONGITUD: 127 m.				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE \$
EXCAV. MAT. CLASE I (10 %)	13	m ³	102.69	1 335
EXCAV. MAT. CLASE II (50 %)	67	m ³	136.82	9 167
EXCAV. MAT. CLASE III(40 %)	54	m ³	531.48	28 700
PLANTILLA APISONADA	11	m ³	164.29	1 807
RELLENO COMPACTADO	115	m ³	112.38	12 924
INST. JUNTEO Y PRUEBA	127	ml	79.89	10 146
SUMINISTRO DE TUBERIA	127	ml	658.16	83 586
TOTAL :				147 665

DIAMETRO: 250 mm(10"), CLASE AC-10 , LONGITUD: 1 261 m.				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE \$
EXCAV. MAT. CLASE I (10 %)	121	m ³	102.69	12 425
EXCAV. MAT. CLASE II (50 %)	605	m ³	136.82	82 776
EXCAV. MAT. CLASE III (40 %)	484	m ³	531.48	257 236
PLANTILLA APISONADA	101	m ³	164.29	16 593
RELLENO COMPACTADO	1048	m ³	112.38	117 774
INST. JUNTEO Y PRUEBA	1 261	ml	87.64	110 514
SUMINISTRO DE TUBERIA	1 261	ml	784.90	989 759
TOTAL :				1 587 077

DIAMETRO: 150 mm(6"), CLASE AC-7 , LONGITUD: 1 354 m.				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE \$
EXCAV. MAT. CLASE I (10 %)	104	m ³	102.69	10 680
EXCAV. MAT. CLASE II (50%)	521	m ³	136.82	71 283
EXCAV. MAT. CLASE III (40%)	417	m ³	531.48	221 627
PLANTILLA APISONADA	95	m ³	164.29	15 607
RELLENO COMPACTADO	924	m ³	112.38	103 839
INST. JUNTEO Y PRUEBA	1 354	ml	48.95	66 278
SUMINISTRO DE TUBERIA	1 354	ml	207.03	280 559
TOTAL :				850 873

DIAMETRO 350 mm(14"), CLASE A-5 , LONGITUD: 4 543 m.				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE \$
EXCAV. MAT. CLASE I (10 %)	532	m ³	102.69	54 631
EXCAV. MAT. CLASE II (50 %)	2 658	m ³	136.82	363 668
EXCAV. MAT. CLASE III (40 %)	2 126	m ³	531.48	1 129 926
PLANTILLA APISONADA	439	m ³	164.29	67 195
RELLENO COMPACTADO	4 469	m ³	112.38	502 226
INST. JUNTEO Y PRUEBA	4 543	ml	91.83	417 184
SUMINISTRO DE TUBERIA	4 543	ml	800.97	3 638 837
TOTAL :				6 173 637

DIAMETRO: 300 mm(12"), CLASE A-10 , LONGITUD: 547 m.				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE \$
EXCAV. MAT. CLASE I (10 %)	58	m ³	102.69	5 956
EXCAV. MAT. CLASE II (50 %)	291	m ³	136.82	39 815
EXCAV. MAT. CLASE III (40 %)	232	m ³	531.48	123 303
PLANTILLA APISONADA	46	m ³	164.29	7 557
RELLENO COMPACTADO	496	m ³	112.38	55 740
INST. JUNTEO Y PRUEBA	547	ml	103.55	56 642
SUMINISTRO DE TUBERIA	547	ml	1073.60	587 259
TOTAL :				876 272

2a. ETAPA

DIAMETRO: 300mm(12"), CLASE AC-5 , LONGITUD: 1 348 m.				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE \$
EXCAV. MAT. CLASE I (10 %)	143	m ³	102.69	14 685
EXCAV. MAT. CLASE II (50 %)	716	m ³	136.82	97 963
EXCAV. MAT. CLASE III (40 %)	573	m ³	531.48	304 538
PLANTILLA APISONADA	114	m ³	164.29	18 729
RELLENO COMPACTADO	1 222	m ³	112.38	137 328
INST. JUNTEO Y PRUEBA	1 348	ml	79.89	107 692
SUMINISTRO DE TUBERIA	1 348	ml	658.16	887 200
TOTAL :				1 568 135 零零

** Inversión por efectuarse a 5 años.

$$\therefore \text{Inversión actual a (1982)} = \frac{1'568,138}{(1+r)^5} = 973,688$$

r = Tasa de actualización (10%).

n = 5 (No. de años).

Resumen para el costo total de la Alternativa I.

814'' = 6,173,637

812'' = 1'997,625

810'' = 1'587,077

86'' = 850,813

TOTAL : 10'609,212

ALTERNATIVA II.

11.1 Línea de T3-IP a T2-IE.

Como se observa en el croquis antes mostrado, este tramo no sufre modificación respecto a la Alternativa I. Por lo que los resultados obtenidos serán los mismos para esta segunda alternativa.

11.2 Tramo entre bifurcación y caja rompedora de presión C2-IP (Tanque T2-2PH. ETAPA FINAL).

Carga estática en la bifurcación = 50 m

Carga estática en C2-IP = 42 m

Cota piezométrica en la bifurcación = 2,558.9 m

Carga disponible = $2,558.9 - 2,533 = 25.9$ m

$Q = 24$ LPS

$L = 900$ m

Diámetro propuesto

$\varnothing = 150$ mm (6")

$V = 1.32$ m/s

$K = 23.44125$

$S = 0.0135$

$h_f = 12.15$ m

$$h_f = 12.15 \text{ m} < h_f$$

Considerando los límites de carga estática, la tubería será --
clase A-5.

11.3 Línea de T2-2P a T1-1P.

$$Q = 108.4 \text{ LPS}$$

$$L = 3,156 \text{ m}$$

$$H = 1,533 - 1,499 = 34 \text{ m}$$

Diámetro teórico 11.02 "

Diámetros usados.

$$\phi_1 = 305 \text{ mm (12")}$$

$$\phi_2 = 254 \text{ mm (10")}$$

$$V = 1.49 \text{ m/s}$$

$$V = 2.14 \text{ m/s}$$

$$K = 0.581417$$

$$K = 1.537402$$

$$S_1 = 0.006832$$

$$S = 0.018065$$

$$h_f = 21.56 \text{ m}$$

$$h_f = 57.01 \text{ m}$$

$$\phi_1 \Rightarrow L_1 = 2,049 \text{ m}$$

$$h_{f1} = 14 \text{ m}$$

$$\phi_2 \Rightarrow L_2 = 1,107 \text{ m}$$

$$h_{f2} = 20 \text{ m}$$

Carga estática entre el tramo : 38 m

por lo que se usará tubería clase A-5

Resumen de diámetros usados para la Alternativa II.

<u>DIAMETRO</u>	<u>CLASE</u>	<u>LONGITUD (m)</u>
14"	A-5	4,543
12"	A-5	2,176
10"	A-5	1,107
6"	A-5	900

Análisis de costo para la Alternativa II.

Ø 14" Clase A-5 Longitud = 4,543 m

el costo es el mismo que en la Alternativa I : \$6'173,637.00

DIAMETRO: 300 mm(12"), CLASE A-5 , LONGITUD: 2,176 m.				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE \$
EXCAV. MAY. CLASE I (10 %)	231	m ³	102.69	23,721
EXCAV. MAY. CLASE II (50 %)	1,156	m ³	136.82	158,164
EXCAV. MAY. CLASE III (40 %)	925	m ³	531.48	491,619
PLANTILLA APISONADA	185	m ³	164.29	30,393
RELLENO COMPACTADO	1,973	m ³	112.38	221,726
INST. JUNTEO Y PRUEBA	2,176	ml	79.89	173,841
SUMINISTRO DE TUBERIA	2,176	ml	658.16	1'432,156
TOTAL:				2'531,620

DIAMETRO: 250 mm(10"), CLASE A-5 , LONGITUD: 1 107 m.				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U	IMPORTE \$
EXCAV. MAT. CLASE I (10 %)	106	m ³	102.69	10,885
EXCAV. MAT. CLASE II (50 %)	531	m ³	136.82	72,651
EXCAV. MAT. CLASE III (40 %)	425	m ³	531.48	225,879
PLANTILLA APISONADA	89	m ³	164.29	14,622
RELLENO COMPACTADO	920	m ³	112.38	103,390
INST. JUNTEO Y PRUEBA	1,107	ml	56.19	62,202
SUMINISTRO DE TUBERIA	1,107	ml	508.32	562,710
TOTAL :				1'052,339

DIAMETRO: 150 mm(6"), CLASE A-6 , LONGITUD: 900 m.				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE \$
EXCAV. MAT. CLASE I (%)	69	m ³	102.69	7,086
EXCAV. MAT. CLASE II (%)	347	m ³	136.82	47,477
EXCAV. MAT. CLASE III (%)	277	m ³	531.48	147,220
PLANTILLA APISONADA	63	m ³	164.29	10,350
RELLENO COMPACTADO	614	m ³	112.38	69,001
INST. JUNTEO Y PRUEBA	900	ml	47.30	42,570
SUMINISTRO DE TUBERIA	900	ml	267.03	240,327
TOTAL :				564,031

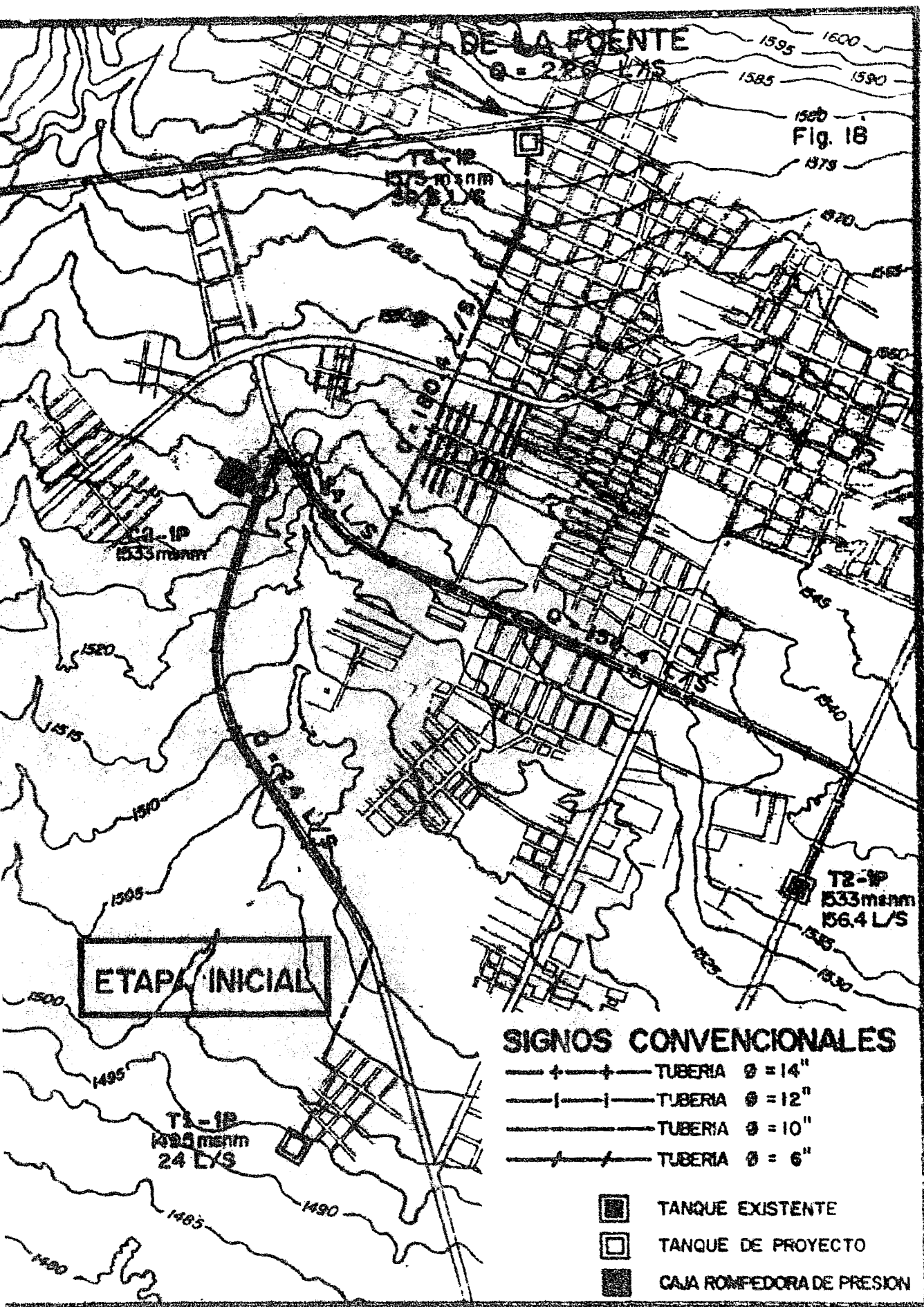
Resumen para el Costo Total Alternativa II.

Caja rompedora	20,000
Ø14" =	6'173,637
Ø12" =	2'531,620
Ø10" =	1'052,339
Ø6" =	564,031
TOTAL :	10'341,627

Conclusión para obtener la mejor alternativa.

Considerando el simple resultado de costo entre ambas alternativas, la solución más económica es la alternativa II. Ahora bien, tomando en cuenta de las alternativas propuestas la que tiene mejor funcionamiento hidráulico resulta ser la II, pues en la alternativa I se tiene una pérdida de energía muy brusca en la unión de la tubería de 6" con la tubería que viene de T2-2P.

Una vez conocida la mejor solución se procederá a proyectar la línea considerando todas las pérdidas locales y características físicas e - hidráulicas que tenga la línea de interconexión o conducción. A continuación se presenta la alternativa que será la definitiva en su etapa inicial y final. (Ver Figuras 18 y 19).



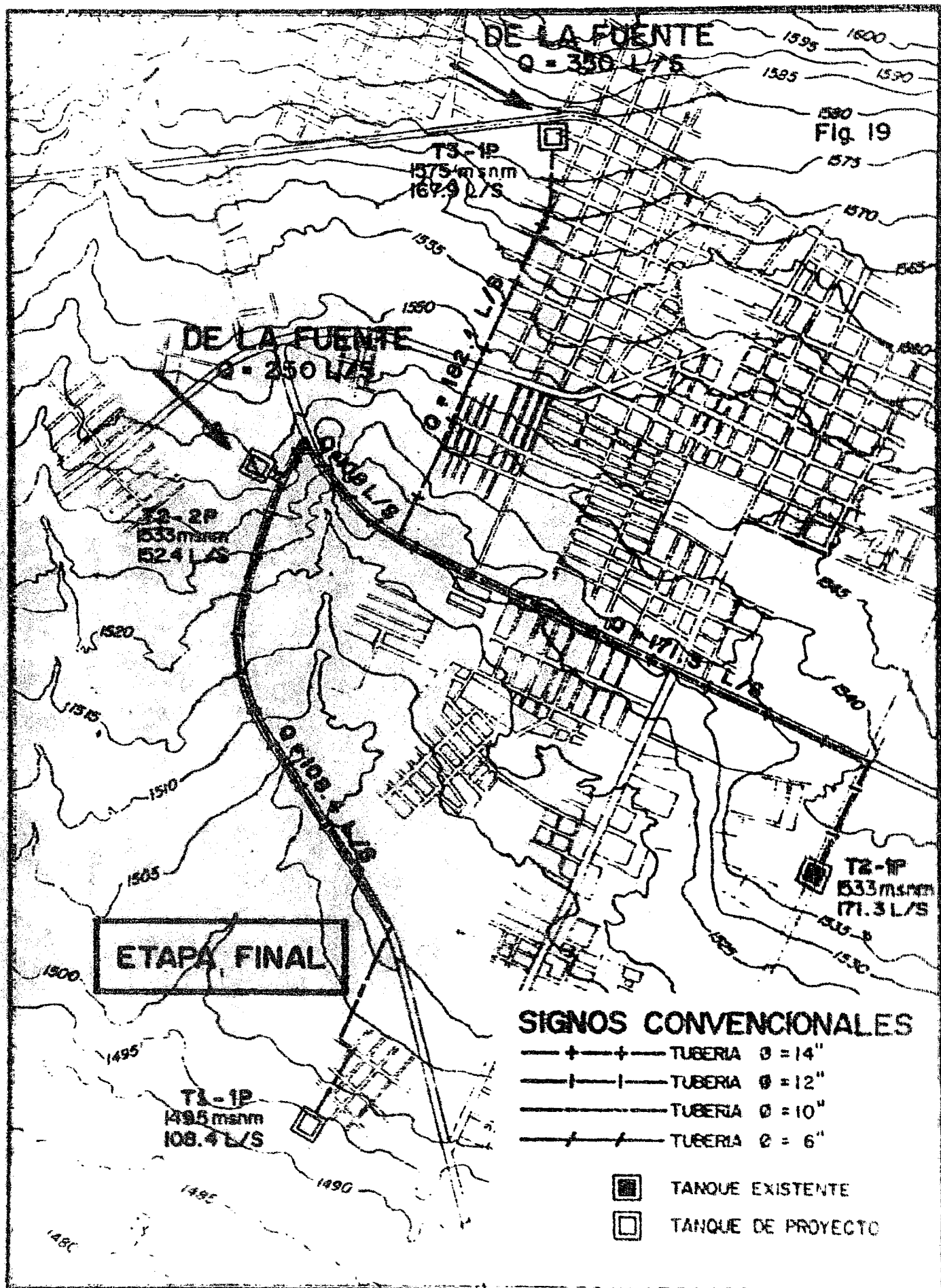


Fig. 20

4.6 RED DE DISTRIBUCION

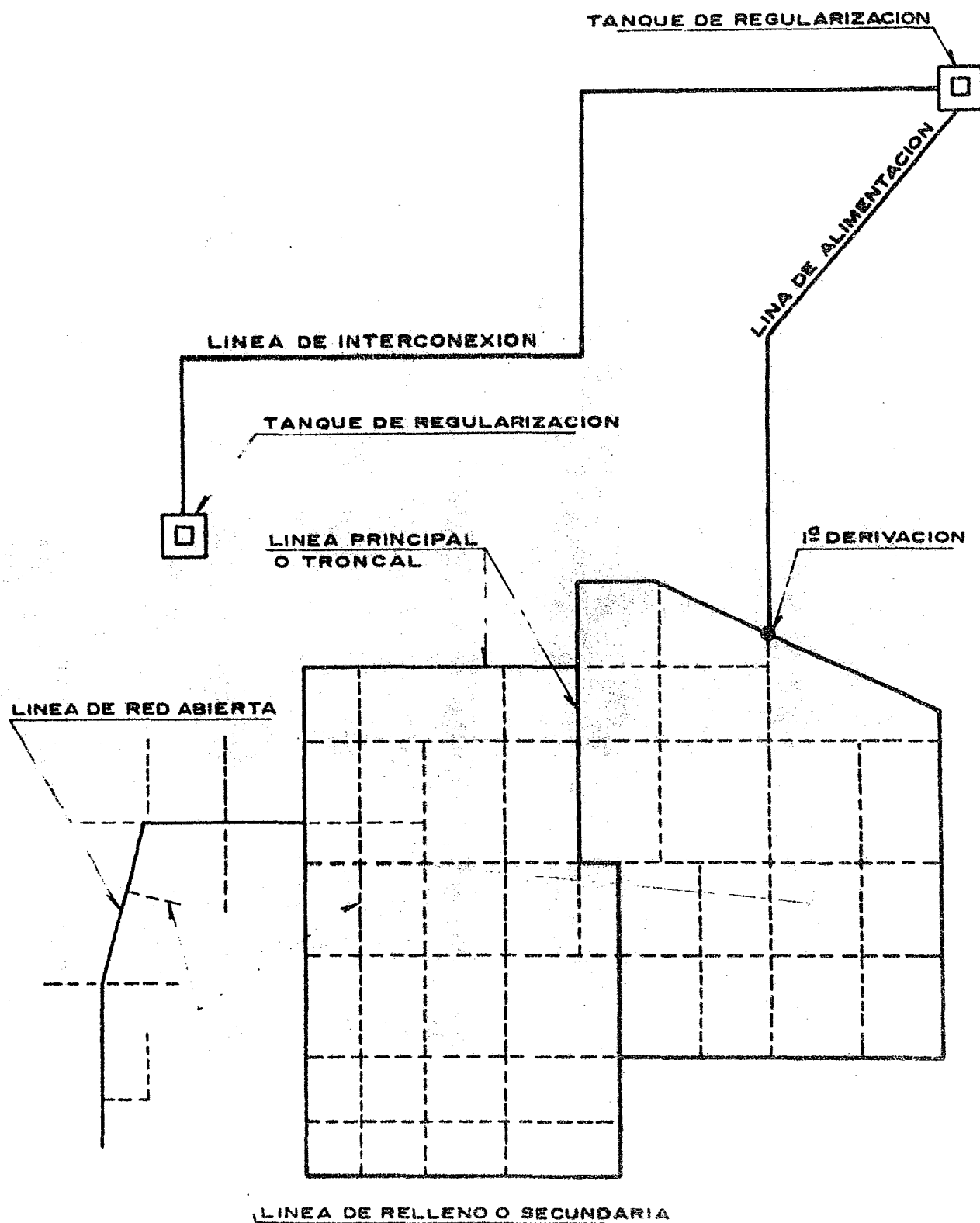


Fig. 21

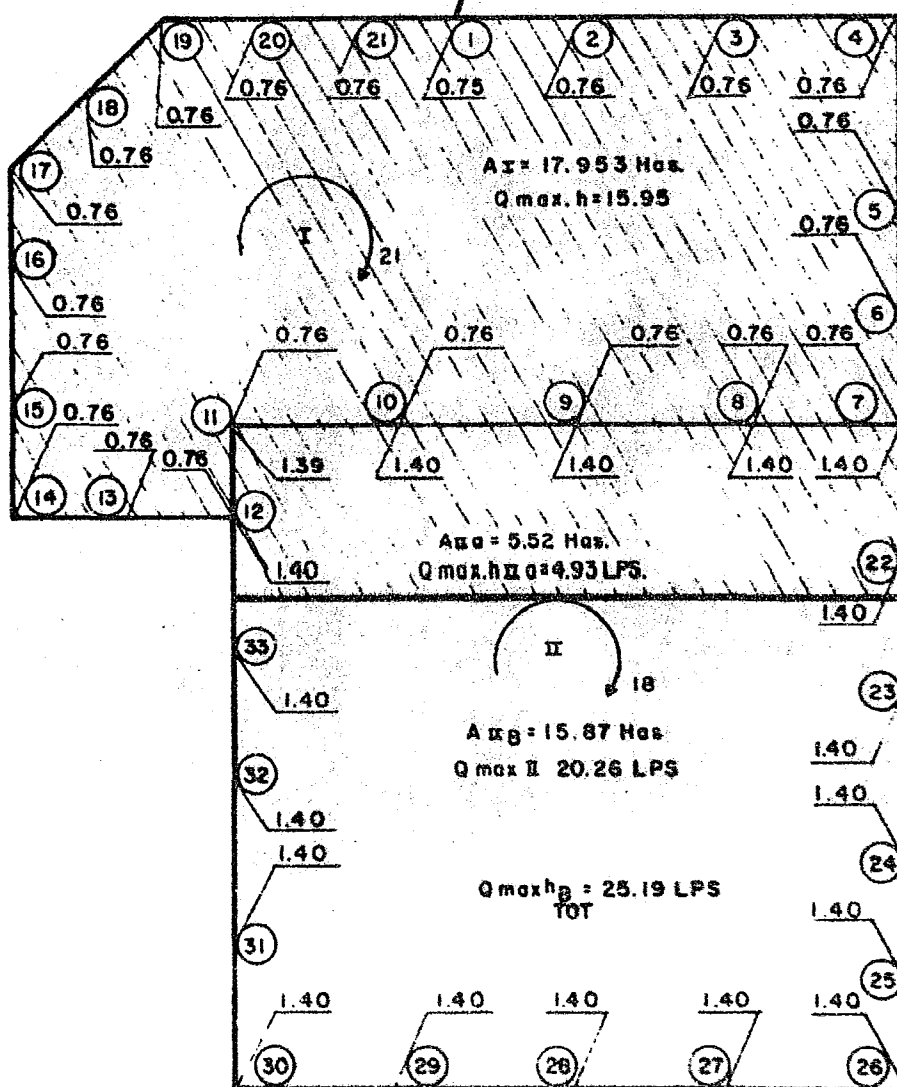
DISTRIBUCION DE GASTOS EN CIRCUITOS CERRADOS

DOTACION = 300 Lts./Hab./Día

Dens.  = 140 Hab./Ha.

Dens.  = 200 Hab./Ha.

$$Q_{max. h} = \frac{DOT}{84600} \times A \times Dens. \times 1.2 \times 1.5$$



$n_1 = 1$
 $Q_1 = 0.75$
 $n_2 = 20$
 $Q_2 = 0.76$

$n_1 = 1$
 $Q_1 = 1.39$ LPS
 $n_2 = 17$
 $Q_2 = 1.4$ LPS

Fig. 22

DISTRIBUCION DE GASTOS EN CIRCUITOS CERRADOS

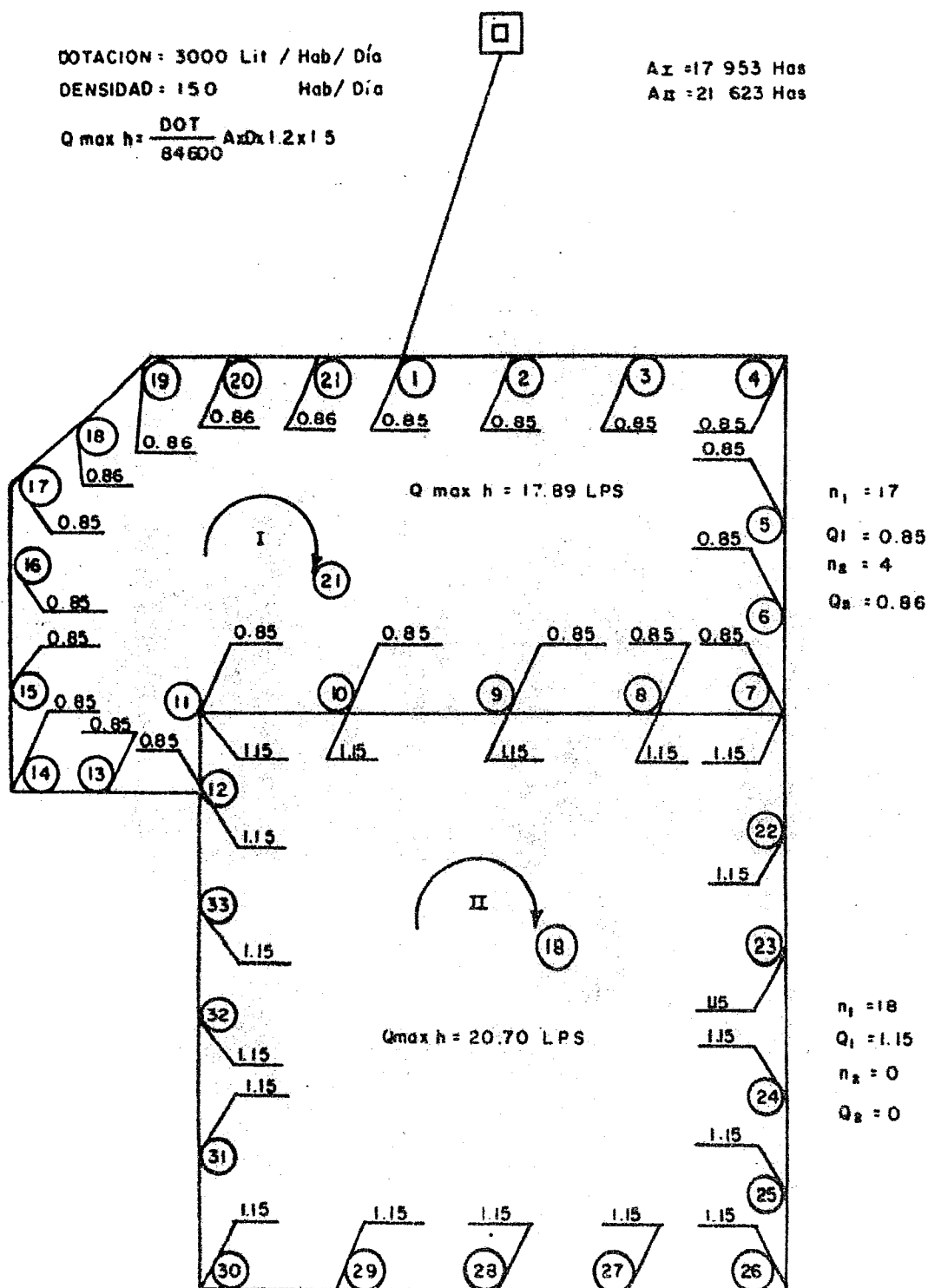
DOTACION: 3000 Lit / Hab / Día

DENSIDAD: 150 Hab / Día

$$Q_{\max h} = \frac{DOT}{84600} A_x D_x 1.2 \times 1.5$$

$A_x = 17\ 953$ Has

$A_n = 21\ 623$ Has



4.7 PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO. (CHILPANCINGO, GRO.)

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	IMPORTE
Captación	3	Pozos	16.200
Conducción	5,000	m	5.750
Potabilización	8	Módulos	32.400
Regularización	16	Tanques	13.450
Interconexión	6,817	m	8.862
Bombeo	7	Equipos	4.320
Red distribución	100,289	m	80.815
Tomas domiciliarias	10,898	Tomas	17.950
Medidores	10,898	Pieza	7.884
Rehabilitación			12.252
Equipamiento			7.318
S U M A :			207.201
I.V.A. 10%			20.720
S U M A :			227.921
Adm. e Ingeniería 7%			15.954
S U M A :			243.875
IMPR. TECNICOS 15%			36.581
SUMA TOTAL :			280.456

El presente presupuesto importa la cantidad de -----
 \$280'456,000.00 (DOSCIENTOS OCHENTA MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y --
 ----- SEIS MIL PESOS 00/100 M.N.).

(Cantidades en millones de pesos)

(Precios de 1981)

CHILPANCINGO, GRO.

AGUA POTABLE

PRESUPUESTO PRIMERA ETAPA

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Captación			8.002
Bombeo	4	Equipos	2.160
Potabilización	8	Módulos	32.402
Interconexión	2,500	m	1.729
Regularización	6	Tanq.	4.860
Red de Distribución	35,904		28.939
Tomas domiciliarias	2,214	Toma	3.240
Medidores	2,214	Med.	1.620
Rehabilitación			12.252
Equipamiento			7.319
<u>S U M A :</u>			102.523
Administración e Ingeniería (7%)			7.177
<u>S U M A :</u>			109.700
Imprevistos Técnicos (15%)			16.455
<u>S U M A :</u>			126.155
Imprevistos por Precios			31.452
<u>S U M A :</u>			157.607
I. V. A.			15.049
<u>S U M A :</u>			172.156
Int. Construcción			14.084
<u>T O T A L :</u>			<u>186.740</u>

(Cantidades en millones de pesos)

(Precios de 1981)

CHILPANCINGO, GRO.

AGUA POTABLE

OBRA DE CABEZA .. PRIMERA ETAPA

CONCEPTO	1982	1983	TOTAL
Captación	3.402	4.600	8.002
Interconexión	1.509	0.220	1.729
Potabilización	13.002	19.400	32.402
Regularización	2.430	2.430	4.860
Bombeo	1.670	0.490	2.160
Rehabilitación	5.100	7.152	12.252
Equipamiento	3.039	4.280	7.319
<u>S U M A :</u>	30.152	38.572	68.724
Administración e Ingeniería (7%)	2.111	2.700	4.811
<u>S U M A :</u>	32.263	41.272	73.535
Imprevistos Técnicos (15%)	4.840	6.190	11.030
<u>S U M A :</u>	37.103	47.462	84.565
Imprevistos Precios	4.267	16.751	21.018
<u>S U M A :</u>	41.370	64.213	105.583
I.V.A.	3.927	6.155	10.082
<u>S U M A :</u>	45.297	70.368	115.665
Int. Construcción	2.038	7.376	9.414
<u>T O T A L :</u>	47.335	77.744	<u>125.079</u>

(Cantidades en Millones de Pesos).

CHILPANCINGO, GRO.

AGUA POTABLE

OBRA INDIVIDUAL - PRIMERA ETAPA

CONCEPTO	1982	1983	TOTAL
Red Distribución	11.259	17.680	28.939
Tomas domiciliarias	1.620	1.620	3.240
Medidores	1.620		1.620
<u>S U M A :</u>	14,499	19.300	33.799
Administración e Ingeniería (7%)	1.015	1.351	2.366
<u>S U M A :</u>	15.514	20.651	36.165
Imprevistos Técnicos (15%)	2.327	3.098	5.425
<u>S U M A :</u>	17.841	23.749	41.590
Imprevistos Precios	2.052	8.382	10.434
<u>S U M A :</u>	19.893	32.131	52.024
I.V.A.	1.889	3.080	4.969
<u>S U M A :</u>	21.782	35.211	56.993
Int. Construcción	0.980	3.690	4.670
<u>T O T A L :</u>	22.762	38.901	61.663

(Cantidades en Millones de Pesos).

5. ESTUDIO FINANCIERO DEL PROYECTO.

5.1 Evaluación Financiera del Proyecto.

El crecimiento de la ciudad de Chilpancingo, Gro. y algunos -- otros factores que hemos analizado, han traído como consecuencia que las -- instalaciones y obras existentes en el sistema de agua potable, no sean su -- ficientes para cumplir con las demandas actuales de la población.

El resultado del estudio técnico indica que el préstamo que se necesita para ejecutar las obras de ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable es de \$186'740,000 para la primera etapa de construcción.

Esta cantidad considera la inversión en obras de cabeza y obra individual que podrá ser recuperada mediante tarifa mensual y cuotas por -- cooperación de nuevos usuarios.

PRÉSTAMO PARA AGUA POTABLE (MILL. \$)

CONCEPTO	OBRA COLECTIVA	OBRA INDIVIDUAL	PRÉSTAMO TOTAL
Costo Directo	68.72	53.80	102.52
Ing. y Admón.	4.81	2.37	7.18
Imp. Técnicos	11.03	5.43	16.46
Imp. Precios	21.02	10.43	31.45
I.V.A.	10.08	4.97	15.05
Intereses Const.	9.47	4.61	14.08
S U M A :	125.13	61.61	186.74

El financiamiento para la ejecución de las obras contempladas en el proyecto de rehabilitación y ampliación del sistema de A.P. de la ciudad de Chilpancingo, Gro., se pretende realizar a través de un crédito solicitado al FONDO DE INVERSIONES PARA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (FI-PAPA).

Este financiamiento se pretende implementar de la siguiente manera para recuperar la inversión :

AGUA POTABLE

Obra Individual	61.61
Obra de Cabeza	<u>125.13</u>
S U M A :	186.74

La inversión incluye los siguientes cargos :

I.V.A.	10 %
Administración e Ing.	7 %
Imprevistos Técnicos	15 %
Imprevistos por Precios	
Intereses durante la construcción	

En los dos últimos cargos se considera que el porcentaje es variable pues los imprevistos por precios en los materiales están en función del tiempo que dure realmente la construcción de las obras y por último los intereses capitalizables que se generen durante el período programado de construcción que se tiene pre-

visto para un lapso de 21 meses aproximadamente. Los gastos indirectos que se han incluido permitirán que se cuente con la suficiencia necesaria de fondos para garantizar la terminación de las obras.

Las características del crédito que se pretende obtener son --

las siguientes :

Tasa de intereses sobre insolutos	9 % anual
Plazo de amortización	15 años
Periodo de gracia	2 años

Procedimiento de Recuperación.

La captación de fondos para amortizar el préstamo está estructurado de la siguiente forma :

- a) Obras de Cabeza.- Por medio de la tarifa para cobro por consumo de agua.
- b) Obra Individual.- Por medio de cuotas de cooperación.

la tarifa por m³ de agua consumida deberá contemplar los siguientes conceptos :

- a) Servicio de la deuda por inversión en obras de cabeza.
- b) Costos operacionables.
- c) Pasivos a largo plazo que adeuda el sistema.
- d) Inversiones menores y otros requerimientos internos.

La cuota de cooperación para cada usuario estará formada por - una parte proporcional a la longitud del frente del predio beneficiado, -- por concepto de red de distribución, además del pago por costo promedio de la obra de toma y el costo por aparato medidor del gasto,

Las obras colectivas de A.P. constan de lo siguiente :

Rehabilitación, de la captación, bombeo, líneas de interconexión, regularización, potabilización, rehabilitación y equipamiento de la junta ad ministradora.

Las obras individuales constan de lo siguiente : red de distri bución, tomas domiciliarias y medidores.

Consideraciones Básicas.

En cuanto a un posible incremento en la tarifa de A.P. en vigor, al recibirse mejores servicios se espera que no habrá rechazo por parte de la población, al sufrir un incremento del 40% durante el primer año de cons trucción y el 93% durante el segundo año, teniéndose un aumento del 147% al encontrarse las obras terminadas respecto a la tarifa promedio de 1981.

Esta forma de recuperación a través de tarifas y cuotas tiene - la ventaja de que las inversiones en obras individuales son pagadas por los usuarios directamente beneficiados por las mismas y dicha recuperación no grava a usuarios que no son beneficiados con estas obras directamente; las inversiones en obras de cabeza que si benefician a toda la población son pa gadas mediante la tarifa de consumo aplicada a todos los usuarios, con lo cual, el pago para recuperación del préstamo total que se gestione se consi dera equitativo.

Indicadores de Evaluación (Capacidad de Pago).

Las cifras preliminares sobre población económicamente activa, derivadas del censo nacional de 1980, se darán a conocer por parte de la - Secretaría de Programación y Presupuesto, hasta el mes de agosto de 1982. Por este motivo, el cálculo para obtener la capacidad de pago de la población, se ha basado en los datos proporcionados por el comité promotor del desarrollo socioeconómico del estado de Guerrero, y que a continuación se muestran tales datos :

Población 1981 :	74,000	Habitantes
P.E.A.	21,393	Habitantes
No. de Familias	12,333	
No. de trabajadores por Fam.	1,735	

SALARIO PROMEDIO MENSUAL

Zona popular	\$ 4,410
Zona media	\$ 22,060
Zona alta	\$ 44,120

POBLACION CON SERVICIO DE A.P.

	POBLACION TOTAL HAB.	POBLACION CON SERVICIO A.P. HAB.	%	% RESPECTO AL TOTAL C/SERV. %
Popular	43,216	36,393	84.21	56.53
Media	25,160	22,644	90	35.17
Baja	<u>5,624</u>	<u>3,343</u>	<u>95</u>	<u>8.30</u>
S U M A :	74,000	64,380	87	100.00

POBLACION CON SERVICIO DE A.P. (Población base 1995).

Poblacion

Poblacion con servicio

ZONA	POBLACION TOTAL HAB	POBLACION CON SERVICIO A.P.		% RESPECTO AL TOTAL C/SERV. %
		HAB	%	
Popular	75,920	69,420	91	56.21
Media	44,200	44,200	100	35.79
Alta	<u>9,880</u>	<u>9,880</u>	<u>100</u>	<u>8.00</u>
S U M A :	130,000	123,500	95	100.00

ALTERNATIVA No. 1 :

ZONA	INGRESO FAMILIAR MENSUAL \$	CONSUMO MENSUAL		% DEL INGRESO FAM. A PAGAR POR A.P.	
		m ³	A.P. TARIFA	%	IMPORTE
Popular	4.410	15	9.69	3.30	145.35
Media	22.060	40	9.69	1.76	387.60
Alta	44.120	80	9.69	1.76	775.20

ALTERNATIVA No. 2 :

Popular	4.410	15	5.00	1.70	75.00
Media	22.060	40	9.50	1.72	380.00
Alta	44.120	80	13.00	2.36	1,040.00

POBLACION - CONSUMO

CHILPANCINGO, GRO.

A R O	POBLACION	POBLACION SERVIDA %	POBLACION SERVIDA	NUM. TOMAS	CONSUMO POR TOMA MENSUAL M3	CONSUMO ANUAL (TOMAS) MM3
1980	70,000	81	56,286	9,381	26.202	2.950
1981	74,000	87	64,614	10,769	27.691	3.578
1982	78,000	91	70,980	11,830	29.001	4.117
1983	82,000	95	77,900	12,983	33.095	5.156
1984	86,000	95	81,700	13,617	34.580	5.651
1985	90,000	95	85,500	14,250	34.580	5.913
1986	94,000	95	89,300	14,883	34.580	6.176
1987	98,000	95	93,100	15,517	34.580	6.439
1988	102,000	95	96,900	16,150	34.580	6.702
1989	106,000	95	100,700	16,783	34.580	6.964
1990	110,000	95	104,500	17,417	34.580	7.227
1991	114,000	95	108,300	18,050	34.580	7.490
1992	118,000	95	112,300	18,683	34.580	7.753
1993	122,000	95	115,900	19,317	34.580	8.016
1994	126,000	95	119,700	19,950	34.580	8.278
1995	130,000	95	123,500	20,583	34.580	8.541

NOTA : Se consideran 6 habitantes por toma domiciliaria.

PAGO DE NUEVOS USUARIOS.

CHILPANCINGO, GRO.

Los nuevos usuarios del sistema de agua potable tendrán que --
 efectuar los siguientes pagos promedio a partir de 1982-1983

DERECHO CONEXION	\$ 2,000.00
INSTALACION DE TOMA	2,168.00
MEDIDOR	1,084.00
CUOTA DE COOPERACION POR METRO LINEAL DE FRENTE DEL PREDIO BENEFICIADO	1,000.00

Se recomienda dar facilidades de pago, concediendo un plazo de
 años sin intereses o bien un plazo mayor con intereses del 9% anual y co
 máximo 5 años.

5.2 Análisis Financiero.

Dentro de las actividades del departamento de contabilidad se encuentra la de formular documentos para información de fondos tales como :

- a) Informe contable mensual.
- b) Reporte del Ejercicio del presupuesto mensual.
- c) Corte de caja mensual.
- d) Análisis de ingresos mensuales.

Con base al análisis de estos documentos se formula el estado de pérdidas y ganancias y los balances a fin de año, que dan a conocer el estado financiero de la junta federal de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Chilpancingo, Gro.

	<u>1979</u>	<u>1980</u>
Por servicio de agua potable.	9.35	12.46
Otros ingresos operacionales A.P.	<u>3.93</u>	<u>5.48</u>
Total de ingresos operacionales.	13.28	17.94
<u>COSTOS</u>		
Sueldos de agua potable.	3.78	5.23
Productos químicos.	0.76	0.08
Energía eléctrica.	3.75	5.70
Materiales agua potable	<u>1.25</u>	<u>1.71</u>
Total costos directos A.P.	8.84	12.72
Sueldos Administración.	2.29	2.67
Otros costos indirectos.	<u>0.54</u>	<u>0.52</u>
	2.83	3.19
TOTAL COSTOS	11.67	15.91

<u>INGRESOS :</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>
Utilidad bruta.	1.61	2.03
Depreciación anual.	- 13.55	- 21.80
Impuestos.	_____	_____
Agua Regalada.	_____	_____
Otros costos no operacionales.	_____	_____
Incobrables.	_____	_____
Ingresos no operacionales.	<u>.50</u>	<u>.47</u>
SUPERAVIT NETO :	- 11.44	- 19.30

(Cantidades en Millones de Pesos).

Por lo anterior se deduce que del costo de cada metro cúbico de agua producida en la actualidad el 49% corresponde a sueldos, salarios y prestaciones, esto nos indica que a pesar de tener un número excesivo de empleados, se tiene una relación aceptable con respecto al costo por m³ de agua producida. Veamos ahora la relación entre el total de costos, respecto al total de costos de operación según el estado de pérdidas y ganancias :

	<u>1979</u>	<u>1980</u>
Total de ingresos.	13.28	17.94
Total costos de operación.	11.67	15.91
% costos de operación ingresos.	87.88	88.88

Tomando en cuenta que se considera un 60% de relación de operación como valor promedio aceptable, vemos que los resultados son críticos por lo que es urgente aumentar los ingresos del sistema y reducir costos de operación.

Ingresos del Sistema.

La principal fuente de ingresos del sistema es el pago a tiempo del servicio de agua consumida mensualmente que se cobra a base de la tarifa autorizada.

Además de los ingresos por consumo de agua, existen otros ingresos operacionales, como son los ingresos por derecho de conexión que se pagan al realizar la contratación por servicio medio, por rezagos, por multas, etc.

En los ingresos no operacionales se han considerado los ingresos por concepto de cooperaciones, reparaciones de medidores y por operación de tomas.

PRESTAMO BANOBRAS.

El Ayuntamiento Municipal, mediante un crédito otorgado por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S. A., por la cantidad de -- \$35'527,475.00 destinó la cantidad de \$4'226,910.00 para ejecutar obras de mejoramiento en la red de distribución.

Estos trabajos fueron realizados en los años de 1967 y 1968 directamente por la Compañía "Desmontes y Nivelaciones de México, S. A." .

A la fecha no existe adeudo al respecto.

En el año de 1979 existió superávit negativo mayor al del año anterior, lo que confirma la necesidad de actualizar anualmente las tarifas para cobro por consumo mensual de agua.

Para el año de 1980 se está dando ciertas preliminares y se espera que el superávit sea negativo también.

Al observar actualmente las malas condiciones físicas en que se encuentra el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, podemos decir que la partida para materiales no es suficiente para llevar a cabo un mantenimiento adecuado del Sistema, ya que se requiere la rehabilitación de ambos sistemas, debido a que este ha sido desatendido en los dos aspectos a través de los años que tienen de operación.

En términos generales se puede decir que la administración actual del Sistema es inadecuada.

En cuanto a la solvencia del Sistema vamos a analizar los siguientes comportamientos financieros :

BALANCES A FIN DE AÑO

	<u>1979</u>	<u>1980</u>
<u>ACTIVO</u>		
Obras en operación.	225.41	285.75
Depreciación acumulada.	- 54.63	- 76.40
<u>ACTIVO FIJO NETO</u>	170.78	210.35
Construcción en proceso.		
Cajas y Bancos.	1.06	1.06
Inventario.	3.03	3.03
Cuentas por cobrar	2.47	2.47
Otro activo circulante		
Activo circulante neto	6.56	6.56
TOTAL ACTIVO :	177.34	216.91
<u>PASIVO Y PATRIMONIO</u>		
Donaciones acumuladas.	174.38	176.57
Superávit revaluación	26.59	70.14
Superávit acumulado	- 24.96	- 31.14
Superávit del ejercicio.		
<u>TOTAL PATRIMONIO:</u>	176.01	215.57
Pasivo a largo plazo (FEDERAL).	1.33	1.33
Cuentas por pagar corto plazo.	0.01	0.01
Obras pendientes de realizar.		
<u>TOTAL PASIVO :</u>	1.34	1.34
Total Pasivo + Patrimonio :	177.35	216.91

(Cantidades en Millones de Pesos).

a) Prueba Severa.

$$\frac{\text{ACTIVO CIRCULANTE-INVENTARIOS.}}{\text{PASIVO CIRCULANTE.}}$$

$$\frac{6.56 - 3.032}{0.01} = 353.0 > 1$$

En este caso la razón nos indica que se tiene una máxima solvencia para cubrir los pasivos a corto plazo.

b) Solvencia.

$$\frac{\text{ACTIVO CIRCULANTE}}{\text{PASIVO CIRCULANTE}} = \frac{6.56}{0.01} = 656 > 1$$

Al igual que el caso anterior, este indicador nos muestra un margen de seguridad óptima en razón del análisis descrito, el organismo operador tiene el 100% de su activo para cubrir sus posibles pasivos.

c) Períodos Promedio de Cobranzas.

$$\frac{\text{Cuentas por cobrar} \times 360}{\text{INGRESOS}}$$

$$\frac{2.471 \times 360}{12.78} = 69 \text{ días} > 60$$

Esto nos indica que la administración tiene deficiencias en cuanto a realizar las cobranzas, por lo cual se recomienda al

Sistema darle mayor celeridad a estas operaciones, reestructurando el Sistema actual de cobranza.

d) Estructura de la Inversión.

$$\begin{array}{rcl} \text{ACTIVO TOTAL} & \frac{216.91}{1.34} & = 161.87 \\ \text{PASIVO TOTAL} & & \end{array}$$

Con este indicador se confirma que el Sistema tiene suficiente solvencia y respaldo, pues por cada peso que debe tiene 161 pesos que dan garantía.

Esta solvencia no ha sido aprovechada en beneficio del Sistema.

e) Rendimiento de la Inversión.

$$\begin{array}{rcl} \text{UTILIDAD NETA} & \frac{18.48}{216.91} & = - 0.085 \\ \text{ACTIVO NETO} & & \end{array}$$

Se estima que este indicador se encuentra fuera de lo deseable debido a que la utilidad neta es negativa.

Estudio de Valuación de Activos Fijos.

Debido a que la Junta no cuenta con documentación completa respecto a obras construídas, costo y año de iniciación de funcionamiento de cada una de las partes que constituyen el Sistema de Agua Potable, se analizó cada componente de los sistemas con base en la documentación de que se dispone.

En los casos en que no se cuenta con antecedentes se integró un presupuesto a precios actuales, se aplicó un coeficiente de vida útil en -- apreciación directa en relación al estado de conservación y se aplicaron -- los factores de depreciación y revaluación establecidos, para conocer el -- costo aproximado al año en que se construyeron las obras,

Las obras construídas antes de 1950 no se han considerado en el presente estudio, debido a que la vida económica del Sistema se estimó en -- un promedio de 33 años, lo cual nos da un factor aproximado del 3% anual pa -- ra depreciación.

La vida económica de maquinaria, aparatos, equipo de transporte y de oficina se ha estimado en un promedio de 7 años, por lo cual el factor de depreciación considerado fue de 14.3% anual.

En el caso de edificaciones, la vida económica considerada es de 30 años, aplicando una depreciación del 3.3% anual.

5.3 Análisis Económico y Social.

Con la construcción del Proyecto para Rehabilitación y Ampliación del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Chilpancingo, Gro., se pretende elevar el nivel de servicio de agua potable, de un 81% anual de población con servicio de A.P. a un 95% para 1984 lo que significa un incremento de 14%.

Las inversiones están encaminadas principalmente a un 62% para obras de cabeza y el restante 38% para obras individuales. Las obras de caudal de agua potable son obras complementarias y tendrán cobertura para servir hasta el año de 1986.

La población servida con agua potable hasta el año de 1980, fue aproximadamente 56,290 habitantes distribuidos en un área urbana de 5.36 Km², al terminar la primera etapa de construcción, se pretende dar servicio a una población de aproximadamente 81,700 habitantes establecidos en un área urbana de 6.75 Km².

Con la realización de las obras propuestas, se logrará mejorar la calidad de agua servida a los usuarios, llevándola a condiciones de máxima pureza, con la cual se reducirá notoriamente el porcentaje de defunciones por enfermedades de origen hídrico que afectan a la población y que ocupan un lugar importante en las causas de mortalidad.

Con el planteamiento financiero que se presenta a base del cobro de los servicios por medio de las tarifas estudiadas y recobrando a -- corto plazo parte de la inversión por medio de cuotas de cooperación, teniendo las tarifas en revisión constante y en relación directa con un -- servicio eficiente que se estará en condición de proporcionar, se contará permanentemente con un fondo de reserva denominado "otras inversiones", -- que permitirá ampliar los servicios a nuevos usuarios al mismo ritmo de crecimiento de la población.

RECOMENDACIONES TECNICAS.

- Instalación de equipos de medición de gasto en las zonas de -- captación de los manantiales, así como a la salida de los tanques, con el propósito de tener control de la producción de -- agua y distribución de la misma.
- Las tuberías de la red de distribución actual que se encuentran en mal estado en el momento de realizar la construcción del proyecto, deberán ser sustituidas por tubería nueva de igual díametro.
- Instalar medidor de gasto a las tomas domiciliarias que no cuentan con él, incluyendo escuelas y oficinas públicas.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo para todos -- los equipos que constituyen el sistema.

- Practicar periódicamente estudios hidrométricos que indiquen el volumen de agua manejado en todas las partes principales del sistema, con objeto de tomar las medidas necesarias para lograr un sistema con eficiencia óptima.

RECOMENDACIONES FINANCIERAS.

- Dar facilidad de pago para cubrir cuotas de cooperación y de instalación de tomas domiciliarias y descargas a los usuarios de bajo ingreso.
- Realizar un estudio tarifario de acuerdo con los rangos de consumo y con el tipo de servicio prestado, con base en el consumo medido, al terminar la construcción del proyecto.
- Las tarifas de agua potable deberán ser revisadas anualmente y modificadas si es necesario, con el objeto que se tengan suficiencia para cubrir todos los gastos propios del sistema.
- Deberá llevarse un control del volumen de agua facturado y volumen de agua producido que permita conocer automáticamente el volumen de agua no contabilizada, que servirá como base para establecer las acciones a tomar en el programa de detección y reparación de fugas, así como para aspectos de contabilidad.

- Formular periódicamente los estados financieros detallados como son : estado de pérdidas y ganancias, balances, etc., con objeto de tener las bases necesarias para asegurar el éxito financiero del proyecto.
- Para responsabilizar al usuario, del cuidado del aparato medidor debe cambiarse la política actual, para que el usuario adquiera el aparato medidor y además pague el importe por composuras al mismo.

RECOMENDACIONES ADMINISTRATIVAS.

Es conveniente que en todos los informes se especifique cuales conceptos se refieren a agua potable y cuales a alcantarillado y proporcionar todos los datos en forma completa de acuerdo a los formatos establecidos.

- Establecimiento de un sistema de control para registrar el total de activos fijos con que cuenta la junta, con la fecha de adquisición, importe y fecha de entrada en servicio, asentando tipo de fondos empleados y registrando cuando menos cada año el aumento del valor por revaluación y considerando la depreciación correspondiente.

Habrá que registrarse cuáles se encuentran en operación y cuáles han sido dados de baja, así como también efectuar un chequeo físico periódicamente.

- Se recomienda organizar sistema de pago bimestral que resulta más económico y ha dado muy buenos resultados en otros servicios públicos similares.
- Realizar las gestiones necesarias con todos los Bancos existentes en Chilpancingo para que acepten el pago de todos los usuarios del sistema y únicamente cuando haya aclaraciones, se realice directamente en las oficinas de J.F.A.P.A.

RECOMENDACIONES AL ORGANISMO OPERADOR.

Reestructura los programas de trabajo existentes y establecer los programas de apoyo que son necesarios para lograr una administración óptima, con el objeto de ser sujeto de crédito y garantizar el pago del préstamo que se pretende gestionar, lo cual automáticamente propiciará una mayor eficiencia del sistema de agua potable y por consiguiente del servicio prestado a los usuarios.

- Con la ejecución del proyecto de ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable (y alcantarillado), se hace necesario un reajuste del organismo operador existente, presentando a continuación el organigrama propuesto. (Fig. 23).

CHILPANCINGO, GRO.
JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE (Y ALCANTARILLADO)
PROYECTO DE ORGANIGRAMA

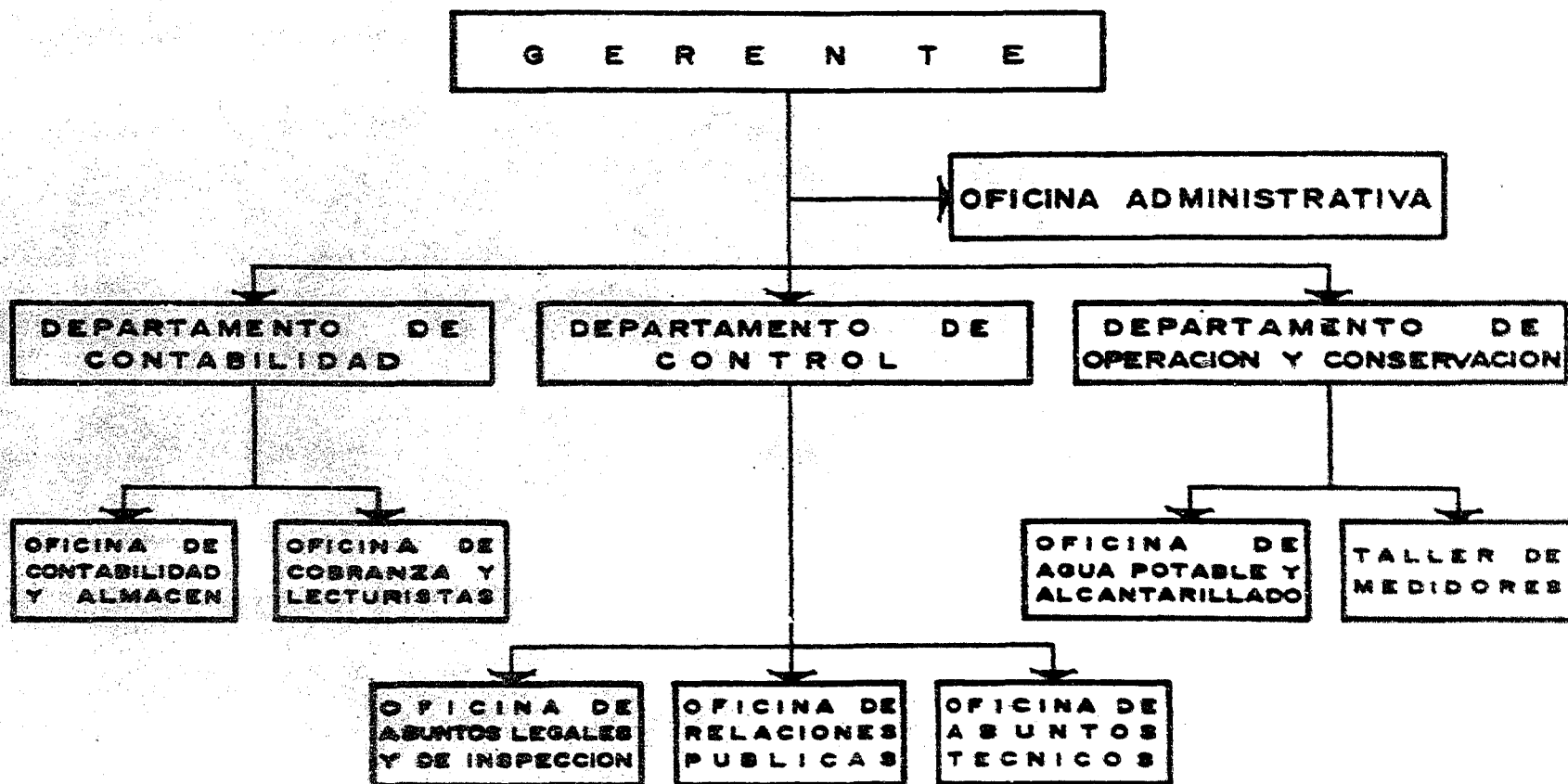


Fig. 23

Al igual que la construcción del proyecto, este organigrama deberá empezar a implementarse a partir de 1981 y consta de tres áreas de -- trabajo con sus respectivas oficinas, como estructura básica de la Junta - Administratodora de Agua Potable y Alcantarillado.

La Gerencia tendrá a su cargo tres Departamentos y una Oficina el Departamento de Contabilidad, el Departamento de Control y el Departamento de Operación y Conservación y la Oficina Administrativa.

COMENTARIOS.

Pese a la gran variedad de proyectos posibles, existe un marco conceptual común dentro del cual se ha situado nuestro estudio, y es aquel en el que su propósito es prestar servicios que no son materia de mercado. El problema especial que se plantea entonces es el de prorratar los costos -- de inversión entre los aspectos parciales del proyecto.

Es importante reconocer que los proyectos han de estar siempre relacionados con una apreciación económica del conjunto. Cuando se decide invertir capitales en determinada iniciativa, se suponen --aún cuando sea una forma implícita-- determinados hechos acerca del desarrollo económico de la zona; -- este tipo de supuestos se deberán investigar y formular del modo más técnico posible (CAPITULO 2 Estudio Socioeconómico). En todo caso se parte de cierta apreciación del conjunto sobre el panorama económico, y si bien la forma y el grado en que se haga dicha apreciación pueden ser diferentes (como se ha mencionado en la nota preliminar), el hecho real es que el proyecto no se realiza en el vacío sino dentro de un cierto medio del cual se nutre y a cuyo -- mejoramiento se debe contribuir, pues muy a menudo se elaboran proyectos -- con una simple apreciación superficial y casi intuitiva del conjunto de la -- economía.

Otro aspecto importante entre la interrelación de proyectos y programas que provienen de las distintas alternativas técnicas para resolver el -- problema en estudio: Supóngase por ejemplo que los estudios preliminares --- revelan una clara prioridad para el aprovisionamiento de agua potable a la -- ciudad. Quedará siempre el problema de seleccionar la técnica que conviene utilizar para lograr dicho abastecimiento en el supuesto de que haya alter-

nativas para la elección adecuada de la solución, es decir, que se pueda abastecer con agua de: Manantiales, pozos, ríos o presas.

Es evidente que el análisis de las alternativas técnicas sólo se podrá hacer a base de estudiar los proyectos individuales, por ello mismo es importante reconocer la necesidad de contar con servicios especializados en las diferentes áreas de la Ingeniería para resolver determinados problemas y no buscar por este concepto ahorros mal entendidos. El posible ahorro aparente que se obtendría no procediendo así, se traducirá luego en desembolsos mucho más altos en otros aspectos como la insuficiencia o defectos insuperables que gravarán al sistema toda su vida.

Como se comprende, no se pretende hacer aquí una contribución teórica, sino plantear el problema y dar a conocer algunos de las soluciones ofrecidas a fin de orientar al estudiante de la carrera de Ingeniería Civil en cuanto a los antecedentes que se deben incluir en el estudio para facilitar la evaluación.

Debido a la heterogeneidad de los recursos, que impide sumarlos físicamente, y que obliga a resolver el problema de la valoración del proyecto, es frecuente medir los resultados mediante la relación entre el agua servida a la población y el desembolso en conjunto de los costos del sistema para tal efecto, que proporcione la inversión más económica. Sin embargo, las consideraciones de naturaleza política suelen desempeñar un papel decisivo en las prioridades de la inversión. Además hay muchos proyectos destinados a abastecer servicios que no son materia de mercado y cuya demanda no se expresa en términos monetarios sino a peticiones o gestiones de los grupos

interesados ante los representantes gubernamentales, tal es el caso del alcantarillado, el alumbrado público y la pavimentación por mencionar algunos. En muchos de estos proyectos es difícil expresar los beneficios en términos monetarios, aunque sea posible conocer su costo con exactitud. En las decisiones que se tomen respecto a estos proyectos influirán también consideraciones de orden político-social.

Si por razones de orden político un proyecto "A" resulte preferible a otro "B" siendo que, conforme a la evaluación económica "A" es superior que "B", es preciso conocer el precio que se paga por esta decisión política. El precio puede ser razonable o no, y en averiguarlo está la esencia del problema de la decisión política. El proyecto puede a veces plantear a la autoridad ejecutiva un problema de evaluación mixta: de un lado, la evaluación económica; del otro, la razón del estado.

Para tomar la decisión, el gobernante deberá conocer bien los costos de una y otra alternativa, y sólo así se podrá comparar debidamente.

Por otra parte, no hay que caer en el extremo de suponer que todos los proyectos están sujetos a un análisis de tipo político. Dado un cierto marco de política económica y realidad institucional, lo más probable es que la decisión respecto a la mayoría de los proyectos se tome simplemente conforme a un criterio económico de evaluación. En muchos casos la influencia política puede limitarse a preferir un criterio económico sobre otro. La importancia de la evaluación económica es, pues, indudable.

ANEXO 1

Determinación de las expresiones básicas usadas en las líneas
a gravedad trabajando a presión.

Significado de Variables :

- = Gasto que fluye por el tubo.
- = Area transversal del tubo.
- = Diámetro del tubo.
- = Coeficiente de rugosidad (Manning).
- = Radio hidráulico.
- = Constante que está en función de n y D
- teór = Diámetro teórico.
- 1 y 2 = Diámetros comerciales.
- = Carga total disponible entre los tanques.
- f1 y 2 = Pérdidas de carga debido a la fricción en los tubos ϕ_1 y ϕ_2
respectivamente.
- = Longitud total entre los tanques.
- 1,2 = Longitud parcial para los tubos ϕ_1 y ϕ_2 respectivamente.
- = Pendiente hidráulica.
- 1,2 = Pendiente hidráulica debido a los tubos ϕ_1 y ϕ_2

DE LA FORMULA DE MANNING TENEMOS QUE :

$$Q = \frac{A}{n} S^{1/2} R^{2/3} \rightarrow S = \left(\frac{Q n}{A R^{2/3}} \right)^2 \text{ --- --- --- } (1)$$

DE LAS PROPIEDADES HIDRAULICAS DEL TUBO LLENO :

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \text{ --- --- --- --- --- } (2)$$

$$R = \frac{D}{4} \text{ --- --- --- --- --- } (3)$$

SUSTITUYENDO Y FACTORIZANDO (2) Y (3) EN (1)

$$S = \left(\frac{Q n}{\frac{\pi D^2}{4} \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3}} \right)^2 \rightarrow S = \frac{4^{10/3} Q^2 n^2}{\pi^2 D^{16/3}}$$

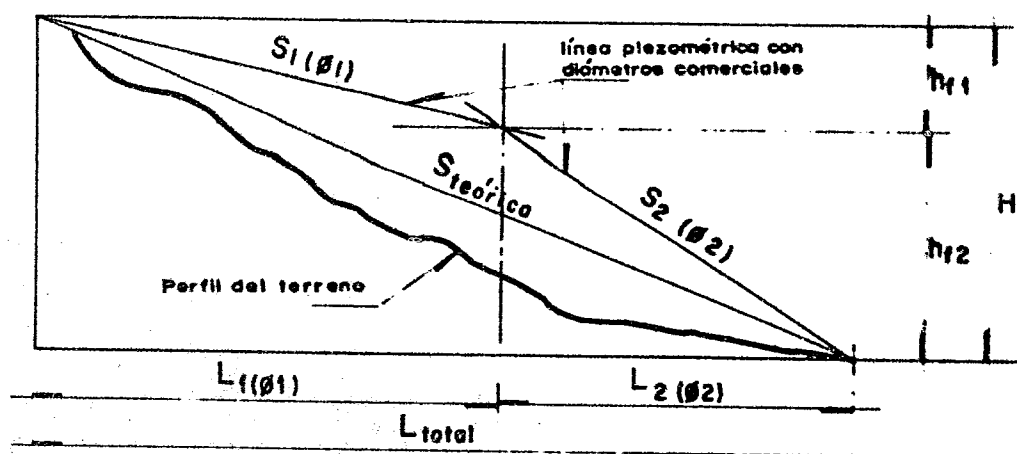
SI HACEMOS :

$$K = \frac{4^{10/3} n^2}{\pi^2 D^{16/3}}$$

QUEDA FINALMENTE :

$$\underline{S = K Q^2} ; \quad \underline{K = \frac{10.2936 n^2}{D^{16/3}}}$$

DETERMINACION DE LAS LONGITUDES RESPECTIVAS PARA LOS DIAMETROS COMERCIALES



DE LA FIGURA SABEMOS QUE :

$$S = \frac{H}{L} \rightarrow hf = SL \quad \text{--- (1)}$$

$$H = h_{f1} + h_{f2} \quad \text{--- (2)}$$

$$L = L_1 + L_2 \rightarrow L_2 = L - L_1 \quad \text{--- (3)}$$

SUSTITUYENDO (1) EN (2) PARA CADA DIAMETRO COMERCIAL

$$H = S_1 L_1 + S_2 L_2 \quad \text{--- (4)}$$

SUSTITUYENDO Y FACTORIZANDO 3 EN 4

$$H = S_1 L_1 + S_2 (L - L_1) \rightarrow L_1 = \frac{H - S_2 L}{S_1 - S_2} \quad \text{--- (5)}$$

ANALOGAMENTE PARA DETERMINAR L_2 QUEDA

$$L_2 = \frac{H - S_1 L}{S_2 - S_1} \quad \text{--- (6)}$$

O bien sustituyendo el valor L_1 de (5) en (3) encontramos el valor de L_2

Finalmente para calcular las pérdidas producidas (h_f) en cada tramo de tubo se sustituyen en (1) los valores respectivos :

S_1 y L_1 para obtener h_{f1}

S_2 y L_2 para obtener h_{f2}

En la sección correspondiente se mostró el diagrama de flujo para calcular las características hidráulicas de las líneas de gravedad trabajando a presión, en las hojas siguientes se mostrará la codificación de dicho diagrama, con el que fueron hechos los cálculos, presentándose una forma expresa para anotar dichos cálculos.

ANEXO 2.

En esta sección se darán a conocer los programas codificados de los diagramas de flujo que se indicaron en la 1a. parte.

Estos programas fueron codificados para una calculadora Texas -- Instrument 59, indicando su modo de empleo.

TITULO TIRANTE NORMAL Y CRITICO PARA SECCIONES TRAPECIALES. PAGINA 1 DE 1 TI Programable
 PROGRAMADOR J. ALFREDO FLORES J. FECHA _____ Registro de Programa



DIVISION 100 171

MODULO DE LA BIBLIOTECA

IMPRESORA

CARTONES

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

Este programa trabaja a base de bisecciones tomando como límites el nivel de la plantilla ($Y_{\min}=0$) y como tirante máximo un valor arbitrario ($Y_{\max}=9$ mts.).
 La sección trapecial con el que fué diseñado es asimétrica, es decir $K_1 \neq K_2$ de tal manera si tenemos una sección con $K_1 = K_2$ se tendrán que introducir ambos valores.
 usa los 2 lados de la tarjeta.

INSTRUCCIONES DE USO

PASO	PROCEDIMIENTO	INTRODUZCA	PRESIONE	VISOR
1	DATOS: Gasto ($m^3/\text{seg.}$)	Q	A	Q
	plantilla (mts)	b	B	b
	taludes de la sección.	K_1	C	K_1
		K_2	R/S	K_2
	pendiente hidráulica (decim)	S	D	S
	rugosidad (Manning)	n	E	n
2	Si se requiere el tirante normal		Zo. A'	"Yi"
			R/S	Resultados.
2'	Si se requiere el tirante critico		Zo. B'	"Yi"
			R/S	Resultados.
3	Los resultados son:			
	para tirante normal Y_n , V_n .			
	para tirante critico Y_c , S_c , V_c .			
4	En caso de requerir nuevamente los resultados se presiona.		Zo. C'	
	NOTA: "Yi" es el resultado de la bisección que se va mostrando para ver su variación en los rangos considerados.			

TECLAS LOCALIZADORAS ESPECIALES		REGISTROS DE DATOS I				ETIQUETAS DE USO											
A	Q	0 TOLER	10	A	20												
B	D	1 Q	11	Q	21												
C	K_1, K_2	2 b	12	Y	22												
D	S	3 K_1	13		23												
E	n	4 K_2	14		24												
A	T. normal	5 S	15	V	25												
B	T. critico	6 n	16		26												
C	Resultados.	7 $Y_{\max}$	17		27												
D		8 $Y_{\min}$	18		28												
E		9 Yi	19		29												
BANDERAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9							

PROGRAMADOR JAIME FLORES

FECHA _____

Formulário de Códigos

LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS
0		LbL		5		$\frac{1}{x}$		110		STO	
1		A		6		9		1		10	A
2		STO		7		o		2		IF FLAG	
3		1		8		8		3		1	
4		R/S	$Q_1 \text{ m}^3/\text{s}$	9		1		4		-	
5		LbL		60		=		5		RCL	
6		B		1		LbL		6		2	
7		STO		2		=		7		+	
8		2		3		STO		8		RCL	
9		R/S	b m/s	4		11	<	9		9	
10		LbL		5		X		120		X	
1		C		6		o		1		(	
2		STO		7		0		2		RCL	
3		3		8		1		3		3	
4		R/S	K_1	9		=		4		+	
5		STO		70		STO		5		RCL	
6		4		1		00	tolerancia	6		4	
7		R/S	K_2	2		9		7		=	
8		LbL		3		STO		8		$\frac{1}{x}$	
9		D		4		07		9		RCL	
20		STO		5		0		130		10	
1		5		6		STO		1		Y^2	
2		R/S	S decimal	7		8		2		3	
3		LbL		8		LbL		3		=	
4		E		9		+		4		1/X	
5		STO		80		RCL		5		GTO	
6		6		1		7		6		X	
7		R/S	n	2		+		7		LbL	
8		LbL		3		RCL		8		-	
9		A'	CALCULO TIRANTE	4		8		9		1	
30		ST FLAG	NORMAL	5		=		140		+	
1		01		6		$\frac{1}{x}$		1		RCL	
2		RCL		7		2		2		3	
3		1		8		=		3		X^2	
4		X		9		STO		4		=	
5		RCL		90		9		5		$\sqrt{\quad}$	
6		6		1		PAUSA	Yi	6		+	
7		$\frac{1}{x}$		2		$\frac{1}{x}$		7		(	
8		RCL		3		2		8		1	
9		5		4		X		9		+	
40		$\sqrt{\quad}$		5		(		150		RCL	
1		=		6		RCL		1		4	
2		Y^2		7		3		2		X^2	
3		3		8		+		3		)	
4		=		9		RCL		4		$\sqrt{\quad}$	
5		GTO		100		4		5		=	
6		=		1		)		6		X	
7		LbL		2		+		7		RCL	
8		B'	CALCULO TIRANTE	3		RCL		8		9	
9		INV	CRITICO	4		2		9		+	
80		ST FLAG		5		=		CÓDIGOS INTEGRADOS			
1		1		6		X		01	02	03	04
2		RCL		7		RCL		05	06	07	08
3		1		8		9		09	10	11	12
4		X^2		9		=		13	14	15	16

PROGRAMADOR JAIME FLORES

FECHA _____

Formulario de Códigos

LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS
160		RCL		5		$\frac{1}{2}$		270		R/S	Sc
1		2		6		RCL		1		LbL	
2		=		7		10		2		Y^x	
3		X^y		8		=		3		RCL	
4		$\frac{1}{x}$		9		STO		4		15	
5		RCL		220		15		5		FIX	
6		10		1		IF FLAG		6		2	
7		Y^x		2		1		7		R/S	M (Vn o Vc)
8		5		3		Y^x		8		+/-	
9		=		4		1		9		$\sqrt{\quad}$	
170		1/X		6		+		280		X^y	
1		LbL		6		RCL		1		R/S	V "Intermit"
2		X		7		3		2			
3		STO		8		X^y		3			
4		12		9		=		4			
5		-		230		$\sqrt{\quad}$		5			
6		RCL		1		+		6			
7		11		2		(		7			
8		=		3		1		8			
9		1x1		4		+		9			
180		X <> 1		5		RCL		290			
1		RCL		6		4		1			
2		0		7		X^y		2			
3		X > 1		8		)		3			
4		C'		9		$\sqrt{\quad}$		4			
5		RCL		240		=		5			
6		11		1		X		6			
7		X <> 1		2		RCL		7			
8		RCL		3		9		8			
9		12		4		+		9			
190		X > 1		5		RCL		300			
1		$\frac{1}{x}$		6		2		1			
2		RCL		7		=		2			
3		9		8		$\frac{1}{x}$		3			
4		STO		9		RCL		4			
5		8		250		10		5			
6		GTO		1		=		6			
7		+		2		1/X		7			
8		LbL		3		Y^x		8			
9		$\frac{1}{x}$		4		(		9			
200		RCL		5		2		0			
1		9		6		$\frac{1}{x}$		1			
2		STO		7		3		2			
3		7		8		=		3			
4		GTO		9		1/X		4			
5		+		260		X		5			
6		LbL		1		RCL		6			
7		C'		2		15		7			
8		RCL		3		X		8			
9		9		4		RCL		9			
210		FIX		5		6					
1		2		6		=					
2		R/S	Yi (Yn o Yc)	7		X^y					
3		RCL		8		FIX					
4		1		9		5					

CÓDIGOS INTEGRADOS

02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

FECHA _____ Registro de Programa

CARTONES

Este programa trabaja a base bisecciones tomando como límites el tirante a tubo lleno ($Y_{\text{máx}} = D$) y el trámite a tubo vacío ($Y_{\text{mín.}} = 0$).

Los datos para este programa son el Gasto en $m^3/\text{seg.}$, de diámetro en metros, la pendiente hidráulica en decimales (para calcular el tirante normal) y el coeficiente de rugosidad de Manning. usa los 2 lados de una tarjeta.

PASO	PROCEDIMIENTO	INTRODUZCA	PRESSIONE			VISOR
1	Introducción de datos.	Q		A		Q
		D		B		D
		S		D		S
		n		E		n
2	Si se calcula el tirante normal.		2o.	A'		"YI"
				R/S		Resultados.
2'	Si se calcula el tirante crítico.		2o.	B'		"YI"
				R/S		Resultados.
3	Los resultados son:					
	para tirante normal Yn, Vn.					
	para tirante crítico Yc, Sc Vc.					
4	En caso de requerir nuevamente los resul-					
	tados.		2o.	C°		
NOTA: "YI" es el valor de la bisección que se va mostrando para ver su variación en los rangos considerados.						

TICLAS LOCALIZADORAS ESPECIALES			REGISTROS DE DATOS (<u>MM</u> <u>SS</u>)						ETIQUETAS (Op C8)											
A	Q	0	TOLER.	10	A	20	30	MM SS CC CR EE FF GG VZ AB BC DE FG HH II JJ KK LL MM NN OO PP QQ RR SS TT UU VV WW XX YY ZZ AA BB CC DD EE FF GG HH II JJ KK LL MM NN OO PP QQ RR SS TT UU VV WW XX YY ZZ												
B	D	1	Q	11	α	21	31													
C		2	D	12	δ	22	32													
D	S	3		13	θ°	23	33													
E	n	4		14	θR	24	34													
A	T.Normal	5	S	15	V	25	35													
B	T.crptico	6	n	16		26	36													
C	resultados.	7	Y máx	17		27	37													
D		8	Y mín.	18		28	38													
E		9	YI	19		29	39													
BANDERAS		0	1	2	3	4	5	6	7	8										

PROGRAMADOR JAIME FLORES

FECHA _____

Formulario de Códigos

LOC	COD	TECLA	COMENTARIOS	LOC	COD	TECLA	COMENTARIOS	LOC	COD	TECLA	COMENTARIOS
0		LbL		5		STO		110		1	
1		A		6		11	0	1		8	
2		STO		7		X		2		0	
3		1		8		0		3		=	
4		R/S	Q m/s	9		0		4		STO	
5		LbL		10		1		5		14	0 ⁿ
6		B		1		=		6		RCL	
7		STO		2		STO		7		2	
8		2		3		0		8		X ²	
9		R/S	D m/s	4		RCL		9		2	
10		LbL		5		2		120		8	
1		D		6		STO		1		X	
2		STO		7		07		2		(	
3		5		8		0		3		RCL	
4		R/S	S decimal	9		STO		4		14	
5		LbL		10		8		5		=	
6		E		1		LbL		6		RCL	
7		STO		2		+		7		13	
8		6		3		RCL		8		SEN	
9		R/S	n	4		7		9		=	
20		LbL	TIRANTE	5		+		130		STO	
1		A	NORMAL	6		RCL		1		10	A
2		ST FLAG		7		8		2		IF FLAG	
3		1		8		=		3		1	
4		RCL		9		2		4		=	
5		1		10		2		5		Y ²	
6		X		1		=		6		3	
7		RCL		2		STO		7		2	
8		6		3		9		8		(	
9		2		4		PAUSA	YI	9		(	
30		RCL		5		3		140		RCL	
1		5		6		6		1		13	
2		V		7		0		2		2	
3		=		8		=		3		2	
4		Y ²		9		2		4		)	
5		3		10		X		5		SEN	
6		=		1		(		6		X	
7		GTO		2		2		7		RCL	
8		=		3		X		8		2	
9		LbL	TIRANTE	4		RCL		9		=	
40		B	CRITICO	5		9		150		GTO	
1		INV		6		2		1		X	
2		ST FLAG		7		RCL		2		LbL	
3		1		8		2		3		=	
4		RCL		9		=		4		Y ²	
5		1		100		1		5		5	
6		X ²		1		)		6		2	
7		2		2		INV		7		(	
8		9		3		COS		8		RCL	
9		0		4		=		9		2	
50		8		5		STO		CÓDIGOS INTEGRADOS 62 72 82 63 73 83 64 74 84			
1		1		6		13	0°				
2		=		7		X					
3		LbL		8		11					
4		=		9		2					



LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS
160		$\frac{8}{8}$		5		=		270			
1		2		6		STO		1			
2		X		7		15		2			
3		RCL		8		IF FLAG		3			
4		14		9		1		4			
5		)		220		Y^2		5			
6		X^2		1		RCL		6			
7		=		2		10		7			
8		LbL		3		$\frac{8}{8}$		8			
9		X		4		(		9			
170		STO		5		RCL		280			
1		12		6		2		1			
2		-		7		$\frac{8}{8}$		2			
3		RCL		8		2		3			
4		11		9		X		4			
5		=		230		RCL		5			
6		x		1		14		6			
7		X<>1		2		=		7			
8		RCL		3		Y^2		8			
9		0		4		(		9			
180		X>1		5		2		290			
1		C'		6		$\frac{8}{8}$		1			
2		RCL		7		3		2			
3		11		8		=		3			
4		X<>1		9		1/X		4			
5		RCL		240		X		5			
6		12		1		RCL		6			
7		X>1		2		15		7			
8		$\frac{8}{8}$		3		X		8			
9		RCL		4		RCL		9			
190		9		5		6		300			
1		STO		6		=		1			
2		8		7		X^2		2			
3		GTO		8		FIX		3			
4		+		9		6		4			
5		LbL		250		R/S	Sc	5			
6		$\frac{8}{8}$		1		LbL		6			
7		RCL		2		Y^2		7			
8		9		3		RCL		8			
9		STO		4		15		9			
200		7		5		FIX		310			
1		GTO		6		2		1			
2		+		7		R/S	Vn ó Vc	2			
3		LbL	inicio	8		+/-		3			
4		C	RESULTADOS	9		f		4			
5		RCL		260		X^2		5			
6		9		1		R/S	V intermit.	6			
7		FIX		2				7			
8		3		3				8			
9		R/S	Vn ó Vc	4				9			
210		RCL		5							
1		1		6							
2		$\frac{8}{8}$		7							
3		RCL		8							
4		10		9							

CÓDIGOS INTEGRADOS

62	63	72	73	83	84
64	65	74	75	85	86

TÍTULO LINEAS DE INTERCONEXION PAGINA 1 DE 1 TI Programable
 PROGRAMADOR JAIME A. FLORES V. FECHA NOV. 81 Registro de Programa

DIVISION 10p 17.

NORMAL.

MODULO DE LA BIBLIOTECA

IMPRESORA

CARTONES



DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

Este programa determina las características de la línea de interconexión, según los conceptos mencionados. Por comodidad el diámetro teórico que obtiene, lo presenta en pulgadas, con el fin de dar los diámetros comerciales en pulgadas, pues es más práctica esta unidad en cuanto a medidas de diámetro se refiere.

Los diámetros comerciales se darán : $\phi_1 > \phi_{\text{teórico}} > \phi_2$

INSTRUCCIONES DE USO

PASO	PROCEDIMIENTO	INTRODUZCA	PRESSIONE	VISOR
1	Entrada de datos.	Q (LPS)	A	Q/1000
		L (m)	B	L
		H (m)	C	H
		η	D	η
2	Cálculo del diámetro teórico		E	ϕ teórico (")
3	Introducir los diámetros comerciales	ϕ_1	2o. A'	ϕ_1
		ϕ_2	2o. B'	ϕ_2
4	Cálculo de las características de ambos tubos, empesando por ϕ_1 los datos que presentará son: ϕ (m), V (m/seg), K, S (decim) h_f (m). una vez mostrado los resultados de ambos tubos dará L_1 con h_{f1} y L_2 con h_{f2} correspondientes a ϕ_1 y ϕ_2 todo esto lo dará con 'R/S'			
5	NOTA: Al presentar 'hf' intermitente -- quiere decir que ya no hay más resultados.			

TECLAS LOCALIZADORAS ESPECIALES		REGISTROS DE DATOS (en 08)				EQUIVALES 100 CM									
A	Q	0	K	20	30										
B	L	10.2936	S	21	31										
C	H	0.0254	S ₂	22	32										
D	η		L ₁	23	33										
E	ϕ TEORICO	Q	L	24	34										
A	ϕ_1	H		25	35										
B	ϕ_2	η		26	36										
C	CALCULOS	ϕ_1		27	37										
D		ϕ_2		28	38										
E		ϕ		29	39										
BANDERAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9					

TITULO LINEAS DE INTERCONEXION

PAGINA 1 DE 2 TI Programable

201

PROGRAMADOR JAIME FLORES

FECHA NOV - 1981

Formulário de Códigos



LOC	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC	COD.	TECLA	COMENTARIOS
0		LBL		5		RCL		110			
1		A	0 [LPS]	6		4					
2		$\frac{1}{2}$		7		X					
3		1		8		RCL					
4		0		9		3					
5		0		10		X ²					
6		0		11		$\frac{1}{2}$					
7		=		12		RCL					
8		STO		13		5					
9		3		14		=					
10		FIX		15		Y ²					
11		3		16		(					
12		X O I		17		3					
13		1		18		$\frac{1}{2}$					
14		0		19		1					
15		=		20		6					
16		2		21		=					
17		9		22		$\frac{1}{2}$					
18		3		23		RCL					
19		6		24		2					
20		STO		25		=					
21		0.1		26		R/S	"TEORICO"				
22		=		27		LBL					
23		0		28		A'	θ_1 [°]				
24		2		29		STO					
25		5		30		7					
26		4		31		R/S					
27		STO		32		LBL					
28		4		33		B'	θ_2 [°]				
29		X O I		34		STO					
30		R/S	9 mV _s	35		8					
31		LBL		36		R/S					
32		B	L [m]	37		LBL					
33		STO		38		C'	12. CALCULOS				
34		4		39		1					
35		R/S		40		X <> 1					
36		LBL		41		RCL					
37		C	H [m]	42		7					
38		STO		43		LBL					
39		5		44		LnX					
40		R/S		45		X					
41		LBL		46		RCL					
42		D	n (mm/mg)	47		2					
43		STO		48		=					
44		6		49		STO					
45		R/S		50		9					
46		LBL		51		R/S	θ (m)				
47		E		52		4					
48		RCL		53		X					
49		1		54		RCL					
50		X		55		3					
51		RCL		56		$\frac{1}{2}$					
52		6		57		11					
53		X ²		58		X					
54		X		59		RCL					

CÓDIGOS INTEGRADOS

63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84	85	86

TITULO LÍNEAS DE INTERCONEXIONPAGINA 2 DE 2 TI Programable

202

PROGRAMADOR JAIME FLORESFECHA NOV - 1981

Formulário de Códigos

LOC	COD	TECLA	COMENTARIOS	LOC	COD	TECLA	COMENTARIOS	LOC	COD	TECLA	COMENTARIOS
150		4		5				0			
1		=		6				1			
2		5		7				2			
3		(		8				3			
4		RCL		9				4			
5		12		0				5			
6		-		1				6			
7		RCL		2				7			
8		11		3				8			
9		=		4				9			
170		STO		5				0			
1		13		6				1			
2		R/S	L_1 (m)	7				2			
3		X		8				3			
4		RCL		9				4			
5		12		0				5			
6		=		1				6			
7		R/S	hf_1 (m)	2				7			
8		RCL		3				8			
9		4		4				9			
180		-		5				0			
1		RCL		6				1			
2		13		7				2			
3		=		8				3			
4		R/S	L_2 (m)	9				4			
5		X		0				5			
6		RCL		1				6			
7		11		2				7			
8		=		3				8			
9		R/S	hf_2 (m)	4				9			
190		+/-		5				0			
1		$\sqrt{\quad}$		6				1			
2		X		7				2			
3		R/S	hf_2 interm.	8				3			
4		LBL		9				4			
5		INV		0				5			
6		2		1				6			
7		X <> 1		2				7			
8		RCL		3				8			
9		11		4				9			
200		STO		5				0			
1		12		6				1			
2		RCL		7				2			
3		8		8				3			
4		GTO		9				4			
205		Ln X		0				5			
6				1				6			
7				2				7			
8				3				8			
9				4				9			
0				5							
1				6							
2				7							
3				8							
4				9							

CÓDIGOS INTEGRADOS
62 63 64 72 73 74 82 83 84 92 93 94

Fecha _____

LINEA DE INTERCONEXION

Hoja _____ de _____

TRAMO : _____

DATOS :

Q = L P. S

L = m.

H = m.

DIAMETRO TEORICO = _____"

DIAMETROS COMERCIALES USADOS: $\phi_1 =$ _____"; $\phi_2 =$ _____" $\phi_1 =$ m. $\phi_2 =$ m. $V_1 =$ m/s $V_2 =$ m/s $K_1 =$ $K_2 =$ $S_1 =$ $S_2 =$ $hf_1 =$ m. $hf_2 =$ m.

LOCALIZACION DE LA REDUCCION .

Para $\phi_1 \Rightarrow L_1 =$ m. ; $hf_1 =$ m. $\phi_2 \Rightarrow L_2 =$ m. ; $hf_2 =$ m

KM. DE LA REDUCCION = _____

ELEV. CAMBIO DE LA PENDIENTE

HIDRAULICA = _____

TITULO DISTRIBUCION DE GASTOS A.P.PAGINA 1 DE 1 TI Programable

205

PROGRAMADOR JAIME FLORESFECHA NOV - 1981

Formulário de Códigos

LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS	LOC.	COD.	TECLA	COMENTARIOS
0		LDL		5		R/S	N ₁	0			
1		A	Q [LPS]	6		RCL		1			
2		STO		7		3		2			
3		1		8		R/S	Q ₁	3			
4		R/S		9		RCL		4			
5		LbL		60		5		5			
6		B	N [na audes]	1		R/S	N ₂	6			
7		STO		2		RCL		7			
8		2		3		1		8			
9		R/S		4		—		9			
10		LbL		5		RCL		0			
1		C	M. CALCULOS	6		3		1			
2		CP		7		X		2			
3		RCL		8		RCL		3			
4		1		9		4		4			
5		X		70		=		5			
6		RCL		1		$\frac{5}{2}$		6			
7		2		2		RCL		7			
8		X		3		5		8			
9		1		4		=		9			
20		O		5		R/S	Q ₂	0			
1		O		6		LbL		1			
2		=		7		CE		2			
3		INT		8		RCL		3			
4		$\frac{3}{2}$		9		3		4			
5		1		80		+/-		5			
6		O		1		$\sqrt{\quad}$		6			
7		O		2		X ²		7			
8		=		83		R/S	Q ₁ intern.	8			
9		STO		4				9			
30		3		5				0			
1		X		6				1			
2		RCL		7				2			
3		2		8				3			
4		+/-		9				4			
5		+		0				5			
6		RCL		1				6			
7		1		2				7			
8		=		3				8			
9		X		4				9			
40		1		5				0			
1		O		6				1			
2		O		7				2			
3		=		8				3			
4		X = +		9				4			
5		CE		0				5			
6		STO		1				6			
7		5		2				7			
8		+/-		3				8			
9		+		4				9			
50		RCL		5				0			
1		2		6				1			
2		=		7				2			
3		STO		8				3			
4		4		9				4			

CÓDIGOS INTEGRADOS

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BIBLIOGRAFIA.

1. Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales, Tomo I Ingeniería Sanitaria y Aguas Residuales, Fair-Geyer y Okon, 1976 Méx., Ed. LIMUSA.
2. Guía General para la Elaboración de Proyectos de Ingeniería de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
3. Instrumentos de Investigación, Lic. Guillermina Baena Paz, 6a. Ed., Editores Mexicanos Unidos, S. A.
4. Instructivo para Estudios y Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable, Programa Coplamar, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
5. Ingeniería Sanitaria, Ing. Ernesto Murguía Vaca, UNAM, Facultad de Ingeniería.
6. Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
7. Manual de Proyectos de Desarrollo Económico, 1958, ONU.

1. **Manual de Tuberías de Asbesto-Cemento, 1980, Ed. Fabricantes.**
2. **Manual de Hidráulica, J.M. de Azevedo Netto, 6a. Ed., 1975, Editorial Harla.**