

19
21/01

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO HIDROLOGICO PARA DETERMINAR
EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL
POBLADO DE SANTO TOMAS, MUNICIPIO DE
ZEMPOALA, EN EL ESTADO DE HIDALGO."

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
JOSE ORTEGA MONDRAGON



FECHA CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAG.
PREAMBULO	3
CAPITULO PRIMERO	
"INTRODUCCION Y ANTECEDENTES"	
1.1.- Necesidades de abastecimiento	5
1.2.- Datos socio-económicos	6
1.3.- Beneficios	8
1.4.- La comunidad	9
1.5.- Geografía	9
CAPITULO SEGUNDO	
"OBRAS EXISTENTES"	
2.1.- Recursos actuales	14
2.2.- Población actual	22
CAPITULO TERCERO	
"ESTUDIOS ESPECIFICOS"	
3.1.- Recursos necesarios	24
3.2.- Población pasada, presente y futura	28
3.3.- Estudios hidrológicos	34
3.4.- Captación de aguas subterráneas	38
3.5.- Captación de aguas superficiales	41
3.6.- Distribución de aguas, (material y forma de conducción)	45

	PAG.
CAPITULO CUARTO	
"OBRAS PROPUESTAS"	
4.1.- Sistema elegido	48
CAPITULO QUINTO	
"EVALUACION ECONOMICA"	
5.1.- Evaluación de la inversión y subsidio ...	71
CAPITULO SEXTO	
"CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES"	
6.1.- Balance técnico y económico	86
6.2.- Recomendaciones	87
BIBLIOGRAFIA	90

P R E A M B U L O

Este trabajo ha sido realizado para presentar una de las posibles soluciones al problema del suministro de agua potable en el poblado de Santo Tomás, municipio de Zempoala en el Estado de Hidalgo, para ello se presentan los estudios que nos proporcionan características del lugar como: su localización, su población con su idiosincrasia, necesidades, desarrollo político, económico y cultural e inclusive parte de su historia. También se hace mención de las obras existentes de la zona, ubicándolas en el lugar correspondiente de desarrollo tecnológico, luego se presentan los estudios específicos donde se detallan de la forma más resumida los recursos actuales con que cuenta el lugar, la población pasada, presente y futura, el estudio hidrológico, la captación de aguas subterráneas y superficiales, su distribución así como material y forma de condición y la propuesta del sistema elegido para el suministro de agua, mostrando las ventajas y desventajas que nos pueda ocasionar y el costo del mismo, o sea, la evaluación económica determinando el subsidio que se requiera desde el inicio del proyecto, su desarrollo, terminación y hasta el mantenimiento en vida útil.

Es satisfactorio realizar un trabajo de tesis que de alguna manera pueda proporcionar bases para solucionar uno de tantos problemas que existen en nuestro país.

CAPITULO PRIMERO

" INTRODUCCION Y ANTECEDENTES "

1.1.- NECESIDADES DE ABASTECIMIENTO

1.2.- DATOS SOCIO-ECONOMICOS

1.3.- BENEFICIOS

1.4.- LA COMUNIDAD

1.5.- GEOGRAFIA

CAPITULO PRIMERO

" INTRODUCCION Y ANTECEDENTES "

1.1.- NECESIDADES DE ABASTECIMIENTO

Es importante definir algunos términos como lo es el de "Hidrología", para enfocar correctamente el tema a tratar, por ello se define así:

Definición 1).- "Es la ciencia cuyo estudio versa sobre el agua de la tierra, su existencia y distribución, sus propiedades físicas y químicas y su influencia sobre el medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos. (1)

Definición 2).- Etimológicamente proviene del griego -hydor- agua, y -logos- ciencia. Es la ciencia que trata del agua en la naturaleza: sus propiedades, distribución y comportamiento. Como tal proporciona una información básica para la administración de recursos hidráulicos dentro de la estructura de nuestra economía hidráulica e hidrológica: abastecimiento de agua y disposición de aguas residuales, drenaje e irrigación, navegación y reglamentación fluvial, energía hidráulica y control de crecientes." (2)

Ahora bien, la Ingeniería Hidráulica incluye las partes del campo que atañen al diseño y operación de proyectos de ingeniería para el control y el uso del agua, rela-

(1) Linsley, Kohler, Paulus, Hidrología para Ingenieros. Edit. Mc. Graw Hill Ed. 2a. México D.F. 1985 Pág. 1.

(2) Fair, Geyer, Okun. Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales. Edit. Limusa Ed. 5a. Vol. I Pág 163.

cionándose con la meteorología, oceanografía, geología, agromonomía, entre otras.

Es menester ahora mencionar, la necesidad de -- abastecer de agua a un poblado llamado "Santo Tomás", municipio de Zempoala en el Estado de Hidalgo dadas las circunstancias que se presentan para poder aplicar los conocimientos y recursos no sólo de la Hidrología sino de varias ciencias que nos ayudarán para el abastecimiento de agua potable a dicho poblado.

Específicamente, el poblado de Santo Tomás, se encuentra en la zona sur-oriente del Estado de Hidalgo sobre la carretera federal 130 México - Tulancingo a 93 Km. del Distrito Federal y entre los poblados aledaños de Santa María y Tepeapulco, lo que da lugar a decir superficialmente que su captación de aguas es deficiente, teniendo sembradíos de temporal y pequeños depósitos de agua llamados en la zona "jague--yes" para uso doméstico y de los animales.

Es importante hacer notar que la ubicación geográfica del poblado es desfavorable para el abastecimiento de agua, ya que a varios kilómetros no existe una fuente de agua suficiente para satisfacer las necesidades de la población; -- necesidades tan elementales para la subsistencia como: el aseo de utensilios domésticos, agua para beber y desde luego el agua que sirve para el riego de la cosecha de los productos agrícolas.

1.2.- DATOS SOCIO - ECONOMICOS

Al hacer estudios de la población, se aprecia -- la mala preparación y bajo grado cultural. Sus costumbres au--

tóctonas y lucha por la sobrevivencia, son los únicos aspectos que la mantiene en pie, esto quiere decir, que a pesar de su bajo conocimiento técnico, ha logrado satisfacer sus necesidades paulatinamente, lo cual implica un esfuerzo mayor de los integrantes de la población y del país en general para lograr una vida mejor.

A continuación se muestra el cuadro 1.1. en el que se aprecian características de algunas de las familias residentes en el lugar:

CUADRO 1.1 *

FAMILIA	INTEGRANTES	GRADO MAXIMO DE ESTUDIOS	OCUPACION PRINCIPAL
Pérez	12	Primaria	Agricultura
Durán	10	Primaria	Agricultura
Gutiérrez	12	Primaria	Agricultura
Cuevas	5	Secundaria	Comercio
Sandoval	12	Secundaria	Comercio
Vivanco	6	Secundaria	Comercio
Vera	2	Ninguno	Asalariado
Cortés	5	Secundaria	Asalariado
Martínez	5	Secundaria	Explotación de ma- guey
Santillán	15	Secundaria	Explotación de ma- guey
Peña	20	Bachiller	Asalariado
Suárez	10	Bachiller	Comercio
Téllez	21	Secundaria	Agricultura.

* Datos estadísticos obtenidos directamente del lugar en estudio, Sto. Tomás, Edo. de Hidalgo.

Las familias en general solicitan los servicios de luz, alcantarillado y en especial necesitan agua potable.

Esta comunidad es una zona rural donde es difícil la adquisición de bienes o servicios para algún progreso en su sociedad, sin embargo, si se contara con agua potable y desde luego la infraestructura necesaria para su suministro, la comunidad cambiaría positivamente y respondería con aportaciones de tipo económico, inclusive, ya que a partir de las en cuestas realizadas se obtuvo la información de que existen tie rras sin explotar en su totalidad y a la comunidad le falta orientación para el aprovechamiento de sus recursos, encaminado a su desarrollo económico y social.

1.3.- BENEFICIOS

Además de poder proporcionar agua potable a la comunidad, se persigue a través de este trabajo, poder dotar de agua al 70% de las tierras laborables de este lugar. Adquiriendo un aprovechamiento del agua y en consecuencia uno de los diversos beneficios que resultan con su presencia, ya que es muy necesaria para el desarrollo del poblado de Santo Tomás, Estado de Hidalgo.

No se debe olvidar que a partir de que el pobla do en estudio reciba la dotación de agua potable suficiente pa ra satisfacer sus necesidades, asimismo se beneficiarán las co munidades cercanas al lugar, esto alienta aun más, porque será más la gente beneficiada que la que se considera en estudio.

1.4.- LA COMUNIDAD

A pesar de la escasez del agua, el poblado de Santo Tomás, Edo. de Hidalgo ha sido hasta ahora el de mayor reelevancia dentro del desarrollo rural, existente entre las comunidades aledañas.

Esta característica se ha manifestado tanto en sus habitantes como en el turismo que de alguna manera contribuye para la innovación y mejoramiento del lugar.

Considerando que la comunidad se encuentra en un estado de subdesarrollo, con todas las desventajas que esto significa, sus aptitudes y fuerzas latentes por el cambio hacia el progreso prevalecen y pueden transformar una comunidad en vías de desarrollo a una sociedad capacitada para el aprovechamiento de los recursos naturales.

En general, la comunidad en estudio posee las características de una sociedad en subdesarrollo y debido a esto, el presente trabajo, pretende ayudar a resolver algunos de los problemas que requiera la intervención de la Ingeniería Civil.

1.5.- GEOGRAFIA

El Edo. de Hidalgo se particulariza por diferentes características geográficas de los cuales se mencionan a continuación algunas de ellas:

Respecto al clima, se considera extremo, con lluvias de temporal gracias a las cuales se levantan cosechas

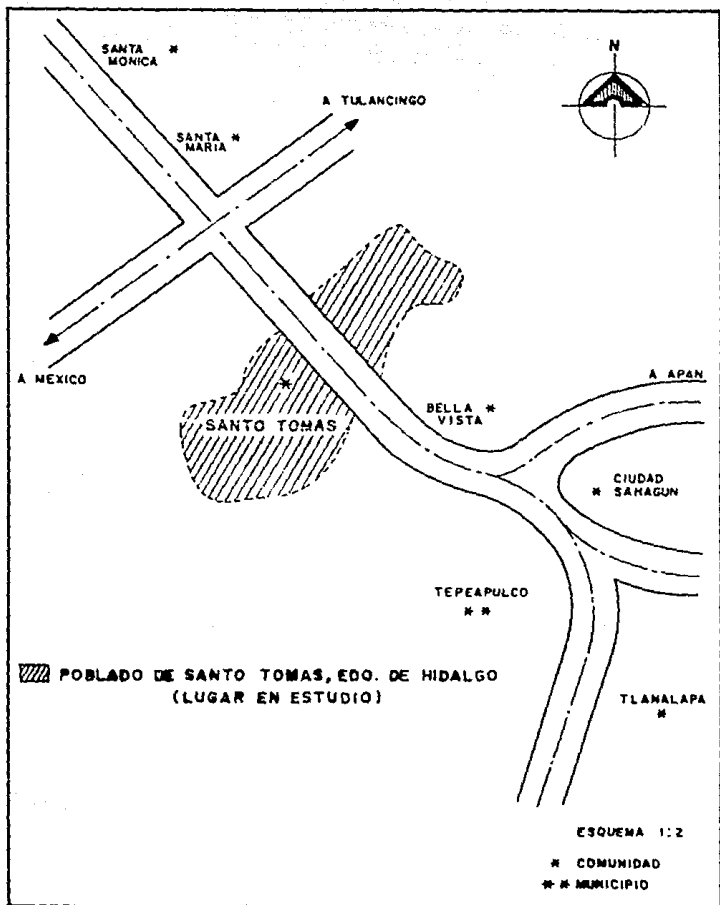
que sirven para los años en que hay escasez de agua. Como observación se ha comprobado que el año con frecuentes lluvias es suficiente para evitar que la rudeza del clima acabe con el único medio de sostén de la gente que es la siembra del campo y sea suficiente en abastecer el consumo de aproximadamente -- dos años, es sorprendente entonces cuando se cosecha se levantan cantidades considerables del producto, lo cual indica lo siguiente: la fertilidad de la tierra y la necesidad de abastecimiento de agua.

El Estado de Hidalgo posee zonas cálidas como las barrancas del Este, así como zonas frías y airosas de la tierra de Pachuca y las altas comarcas de Atotonilco, Tulancingo y Huasca. El clima templado se localiza en las estribaciones del Este y Norte y según aumenta la altitud, éste va desapareciendo; los vientos soplan por lo regular del Noroeste o del Norte.

Por lo que se refiere al suelo, es fértil y posee propiedades minerales que lo colocan en un grado de productividad suficiente para abastecer de alimentos a la comunidad siempre y cuando existan las lluvias necesarias para que los cultivos de cada año puedan desarrollarse normalmente y dar la calidad de productos para ser consumidos en particular por el poblado que se está tratando.

Además podemos localizar zonas duras y rocosas frecuentemente las cercanas a los montes y algunas áreas de -- tierras tepetatosas en las zonas planas.

Por lo que respecta a su localización, a continuación se muestra un esquema para ubicar los pueblos circunvecinos de la zona en estudio. (Ver esquema 1.2)



El poblado de Santo Tomás se localiza en las --
cartas del Instituto Nacional de Estadística Geográfica e In--
formática (I.N.E.G.I.) con las siguientes coordenadas 19° 54'
Latitud Norte y 98° 34' Longitud Oeste.

Existe una clasificación de lluvia de acuerdo -
a su lámina con respecto a la cual se ubicará al poblado de --
Santo Tomás:

" Clasificación de lluvia de acuerdo a su lámina:

Menos de 250 mm. anuales	Insuficiente
De 250 a 500 mm. anuales	Escasa
De 500 a 1000mm. anuales	Suficiente
De 1000 a 2000 mm. anuales	Abundante
Más de 2000 mm. anuales	Excesiva."(3)

De los datos anteriores designaremos a la zona
en estudio Santo Tomás Estado de Hidalgo, con una precipita--
ción pluvial escasa, es decir, de 250 a 500 mm. anuales, lo --
que implica una deficiente actividad agrícola.

(3) Victoria Andrade, Natalia García, Homero Sánchez, Héctor -
Valle. Geografía, Edit. Trillas. Ed. 2a. México, Junio de
1978. Pág 77.

CAPITULO SEGUNDO

" OBRAS EXISTENTES "

2.1.- RECURSOS ACTUALES

2.2.- POBLACION ACTUAL

CAPITULO SEGUNDO
" OBRAS EXISTENTES "

2.1.- RECURSOS ACTUALES

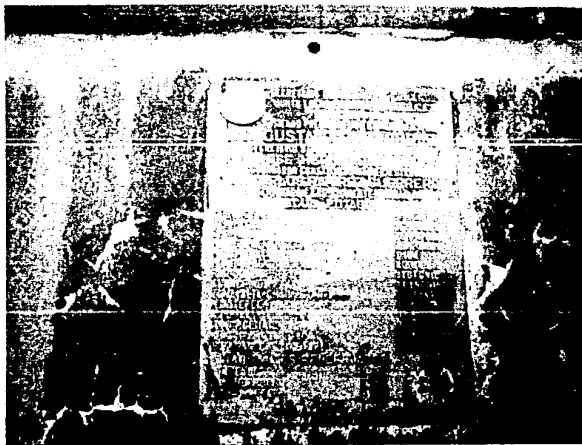
Dentro de los recursos que nos presenta la zona de estudio se considerarán aspectos a tratar como: fuentes de agua disponibles, desarrollo de la fuente, tratamiento, distribución y almacenamiento de servicio; sin olvidar las obras o estructuras existentes destinadas al manejo o uso del agua, cuya función de servicio sea propio a particulares o a la colectividad.

Los recursos son los siguientes: en principio se hablará de un depósito de agua que en conjunto con otras obras de agua potable realizó la Secretaría de Recursos Hidráulicos durante el sexenio del Lic. Gustavo Díaz Ordaz y como secretario de Recursos Hidráulicos el Ingeniero José Hernández Terán en Mayo de 1966.

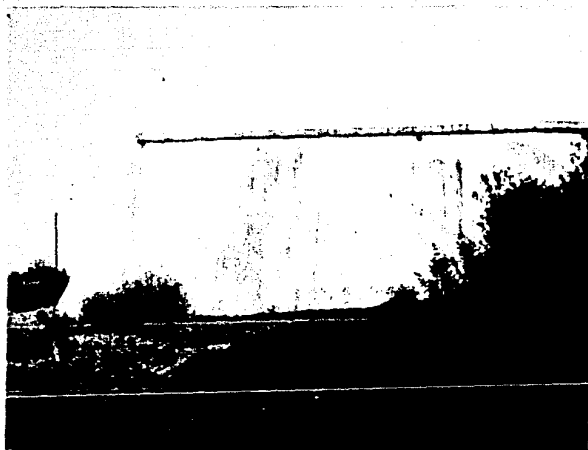
Dicho depósito se encuentra aproximadamente a 12 km. del poblado de Santo Tomás abastecido desde la laguna "La Trinidad" por medio de un sistema de bombeo que además suministra agua a la comunidad de Zempoala por fuerza de gravedad. Ver fotografía 2.1.1. (a,b)

En el cruce de la carretera México-Tulancingo y Ciudad Sahagún a 1 km. aproximadamente del lugar en estudio está trabajando una máquina perforadora de pozos, de propiedad particular, con la finalidad de llegar a una profundidad necesaria para poder extraer agua.

Fotografía 2.1.1. Tanque o depósito elevado de agua.



a) Placa con los datos de registro de obras realizadas en el Estado de Hidalgo por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.



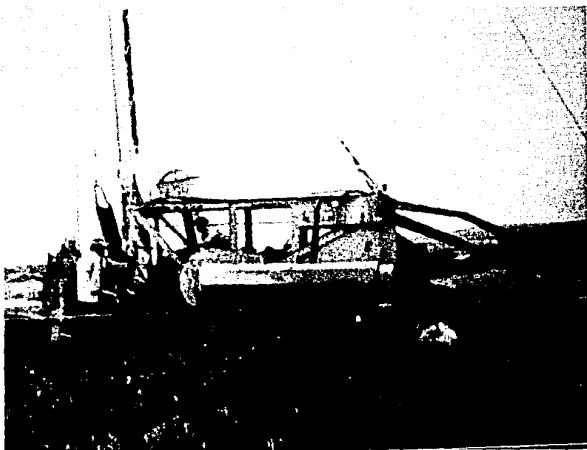
b) Nos muestra la tuberfa y el sencillo mecanismo de conducción de agua, su capacidad se va haciendo insuficiente para la población actual.

Desafortunadamente no se encuentra bien ubicado el lugar donde la máquina perforadora está trabajando y sus estudios no están completos, haciendo falta recabar información.

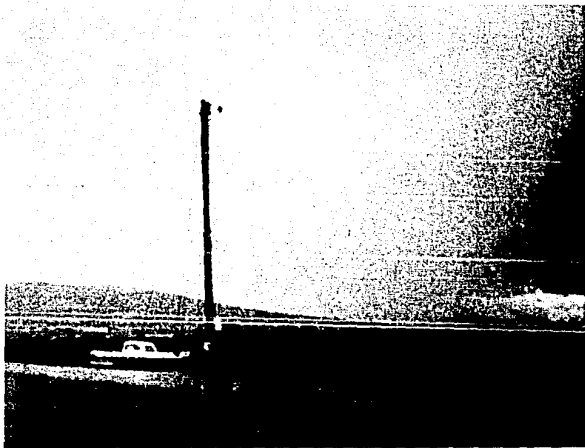
Lo anterior muestra que la gente necesita del agua, sólo que en este caso el pozo se localiza en propiedad privada. El tiempo aproximado que tiene trabajando la máquina perforadora es de un año y ha avanzado aproximadamente 100 ---mts. de profundidad, sin encontrar problemas de dureza de suelo. Es notorio el bajo rendimiento de la máquina utilizada.

Para su mejor apreciación se ilustra con las fo-
tos 2.1.2

Fotografía 2.1.2 Máquinaria para perforación y
posible realización de un pozo



a) Muestra los motores en pleno funcionamiento
para la perforación del suelo, su manejo requiere de poca mano
de obra.



b) Comparemos el tamaño de la máquina perforadora de pozos con el del vehículo a un lado, percatándonos de la ubicación elegida del lugar en estudio.

Además se localizó una laguna, la cual suministra irregular y deficientemente a los siguientes poblados, entre otros:

1) Santa Rita; ubicado a 3.5 km. aproximadamente de Santo Tomás y a 21 km. de la laguna, teniendo una población de 450 habitantes.

2) San Mateo Tlajomulco, localizado en zona baja a 3 km. de distancia del lugar en estudio y a 23 km. de la laguna, su población es de 1600 habitantes.

3) Ranchería "Mirasoles" o ex-hacienda de Mirasoles, a 10 km. de distancia del lugar en estudio, es zona alta, boscosa con escasa población e insuficiente dotación de agua y con tierras laborables para cultivo y mantenimiento de ganado.

4) Santo Tomás, lugar en estudio que recibe una dotación de agua insuficiente para abastecer a una población mayor que las anteriores y cuyas necesidades de desarrollo son mayores dadas las condiciones del poblado como se trató someramente en el capítulo I, inciso 1.1.

Por ello y por otras causas presentadas con anterioridad se da margen a la realización de "Estudios Hidrológicos" obteniendo con ellos la respuesta para determinar un suministro "real" de agua potable que servirá de base para llevar la dotación adecuada y proporcionada de agua a los poblados circunvecinos y al lugar en estudio.

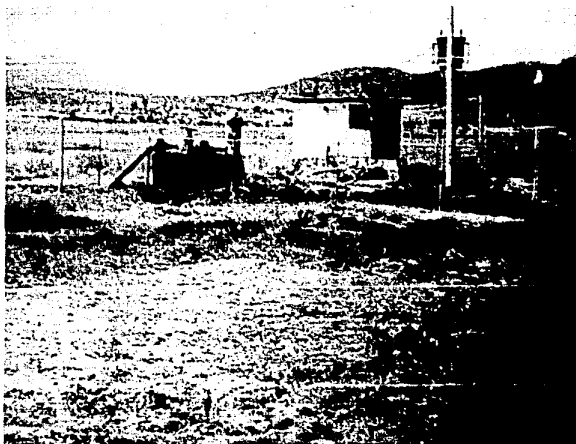
Ahora bien, las características de la laguna de la que se están sirviendo de agua los poblados mencionados, -- son primero: llamada laguna de "Tecocomulco" con una capacidad aproximada de agua en temporada de precipitación pluvial intensa de 250×10^6 mts. cúbicos conducidos por un sistema de bombeo a través de tuberías de fierro fundido (Fofo) a más de veinte poblados de los que se ha mencionado características de algunos de ellos.

Para apreciación de la laguna de "Tecocomulco" ver fotografía 2.1.3. (a,b)

Fotografía 2.1.3 (a,b); Como ilustración se ---
muestran las siguientes fotografías percatándonos de algunas -
características de la laguna de "Tecocomulco."



a) La extensión a lo largo de la laguna es de -
varios kilómetros, en la fotografía se ve parte del camino de
terracerfa por el que se corre y único acceso más viable a e--
lla.



b) Uno de los controles del sistema de bombeo - con deficiencia en cuanto a diámetro y potencia, aun cuando -- éste sea para suministro a rancharías cercanas o zona local ú- nicamente.

Estas son las fuentes de agua disponibles más - cercanas a la zona en estudio, su capacidad de aprovechamiento para abastecimiento es limitada a pesar de la existencia de -- bombeo y conducción, además no se cuenta con algún tratamiento especial de potabilización.

Es notorio la escasez de recursos con los que - se cuenta, sin embargo, es necesario investigar más a fondo la potencialidad acuífera en la zona a través de estudios especí- ficos.

2.2.- POBLACION ACTUAL

Es considerable en éste capítulo tratar el punto de la población actual, atendiendo a los censos realizados por la Comisión del municipio de Zempoala.

De la investigación se obtuvo censos anteriores al mes de Marzo de 1990.

Censo de 1950.....	Hombres	1309
	Mujeres	1599
	Total	2908

Censo de 1960.....	Hombres	1565
	Mujeres	1653
	Total	3218

Censo de 1970.....	Hombres	1881
	Mujeres	1823
	Total	3704

Censo de 1980.....	Hombres	2213
	Mujeres	1993
	Total	4206

Censo de 1989.....	Hombres	2745
	Mujeres	2615
	Total	5360

CAPITULO TERCERO

" ESTUDIOS ESPECIFICOS "

- 3.1.- RECURSOS NECESARIOS
- 3.2.- POBLACION PASADA, PRESENTE Y FUTURA
- 3.3.- ESTUDIOS HIDROLOGICOS
- 3.4.- CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS
- 3.5.- CAPTACION DE AGUAS SUPERFICIALES
- 3.6.- DISTRIBUCION DE AGUAS (MATERIAL Y FORMA DE CONDUCCION)

CAPITULO TERCERO
" ESTUDIOS ESPECIFICOS "

3.1.- RECURSOS NECESARIOS

La cuenca hidrológica es uno de los recursos necesarios para cualquier sistema de irrigación de agua encaminado a la construcción de obras con los siguientes objetivos, ya sean de aprovechamiento o de defensa:

Aprovechamiento	}	Agua potable Riego Generación de energía Uso piscícola Navegación Recreativo
Defensa	{	Control de avenidas Control de azolves

En seguida se harán anotaciones que nos definan y determinen las características de una cuenca hidrológica.

Cuenca Hidrológica: es la concavidad territorial con accidentes orográficos cuyas aguas afluyen a un mismo río, lago o mar. Sus características fisiográficas son pendiente, área, vegetación, topografía y elevación.

Se presenta la figura 3.1.1. en la que se aprecian las funciones y posiciones relativas de los componentes -

de un abastecimiento de agua superficial en los sistemas municipales que generalmente comprenden:

- 1.- Obras de Captación
- 2.- Obras de Regulación
- 3.- Obras de Conducción
- 4.- Obras de Distribución.

Además se ejemplifica numéricamente la relación existente entre los componentes del abastecimiento, dándonos una idea más clara de lo que se trata.

Estos datos no pertenecen a la zona en estudio, pues no se ha determinado cual va a ser el camino a seguir para el suministro de agua potable. Una vez que se obtenga el punto de vista hidrológico se definirá a la solución al abastecimiento de agua.

Así como la cuenca hidrológica, se necesitan de otros recursos naturales para el suministro de agua como:

- 1.- "Precipitaciones pluviales.
- 2.- Agua superficial: de corrientes, estanques naturales y lagos.
- 3.- Agua subterránea.
 - a) De manantiales naturales.
 - b) De pozos.
 - c) De galerías filtrantes, estanque o embalses.
 - d) De pozos, galerías y, posiblemente manantiales con caudales aumentados con aguas provenientes de otras fuentes:

d.1) Esparcidas sobre la superficie del terreno colector.

CUENCA HIDROLOGICA DE CAPTACION

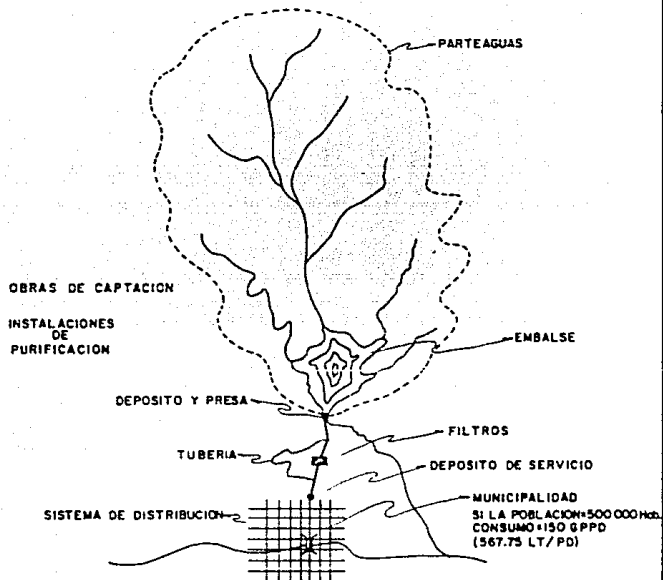


FIG. 3.1.1. "RELACIONES ENTRE PRECIPITACION PLUVIAL, ESCURRIMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DEMANDA EN EL DESARROLLO DE ABASTECIMIENTOS SUPERFICIALES" (1)

(1) FAIR, GEYER Y OKUN. ABASTECIMIENTO DE AGUAS Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES. OP. CIT. PAG. 30.

- d.2) Conducidas a depósitos o diques de carga
- d.3) Alimentadas a galerías o pozos de difusión
- e) De pozos o galerías cuyo flujo se mantiene constante - al retornar al suelo las aguas previamente extraídas - de la misma fuente y que han sido usadas para enfriamiento o propósitos similares." (2)

Por lo que respecta a la primera fuente tratada "Precipitación Pluvial", se considera como una de las dos principales fuentes del lugar en estudio, sin embargo, no se ha logrado el almacenamiento adecuado de esta fuente para transformar la recepción intermitente de agua de lluvia en una fuente de suministro continuo. La segunda fuente principal es el "Agua superficial" que como se ha visto en el capítulo anterior es de donde actualmente se abastece en su mayoría la población de Santo Tomás y poblados aledaños pues se encuentran situados en la cercanías de la laguna de "Tecocomulco" pudiendo suministrarse mediante un aparente consumo continuo, dado que no siempre la capacidad de la laguna es lo suficientemente grande durante todas las estaciones del año, además de la falta de una buena conducción y distribución de agua.

Dadas las circunstancias presentadas en estos recursos necesarios, debemos hacer hincapié en la fuente de agua subterránea que es ahora de la que se espera obtener mejores resultados o por lo menos complementar el suministro de agua tenido hasta nuestros días.

Se considera que los recursos necesarios mencionados anteriormente, son suficientes para el suministro de agua, por lo menos para la subsistencia de la población en estu

(2) Fair, Geyer y Okun. Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales. Op. Cit. Pág 31.

dio, sin embargo, no se eludirá la realización de los estudios específicos.

3.2.- POBLACION PASADA, PRESENTA Y FUTURA

En este punto se presentan los datos numéricos de habitantes, obtenidos por la información de censos de la población pasada y presente, dando lugar al cálculo de la población futura con diferentes métodos que a continuación se muestran.

Existen en el capítulo II inciso 2.2. los datos necesarios de la población pasada y presente, mismos que se utilizarán para mostrar los cálculos siguientes:

Métodos para calcular la población de proyecto:

- 1.- Analfticos
- 2.- Gráficos

Analfticos { Aritmético
Geométrico
Parabólico
Incrementos diferenciales

Gráficos { Aritmético
Geométrico
Curva promedio
Comparación con otras poblaciones.

Se calculará la población con los métodos más usuales y prácticos y con la certeza de obtener un buen resultado; de los restantes sólo se dará información de procedimiento.

1.- Métodos Analíticos:

A) Aritméticos: consiste en tomar los dos últimos datos de censo y obtener la ecuación de la recta calculando la pendiente y la ordenada al origen.

$$P_f = P_u + \frac{P_u - P_p}{u - p} (f - u)$$

P_f = población a una fecha dada.

P_u = población indicada en el último censo.

P_p = población indicada en el penúltimo censo.

u = año del último censo.

p = año del penúltimo censo.

f = año para el que se busca la población futura.

B) Geométrico: aquí se supone que la población crece a semejanza de un capital puesto al interés compuesto.

Si se aplica esta fórmula se llega a obtener valores generalmente muy altos, pero que se ajustan a poblaciones nuevas con probabilidades de progreso.

$$\log P_f = \log P_u + \frac{\log P_u - \log P_p}{u - p} (f - u)$$

C) Parabólico: consistente en aplicar la ecuación de la parábola, suponiendo que el crecimiento de la población seguirá esa ley; se aplica generalmente la cúbica, aunque pueda ser de otro grado.

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

Ecuación de la parábola tercer grado.

Como en este caso existen por determinar cuatro incógnitas, se hará uso de cuatro datos censales para su aplicación.

D) Incrementos diferenciales: aquí se hace intervenir la mayoría de los datos censales disponibles, para obtener los incrementos o decrementos de un censo a otro y de allí calcular las segundas diferencias positivas o negativas.

Para aplicar este procedimiento se saca el promedio de las segundas diferencias para tenerlo constante en el futuro y de esta manera, mediante la operación inversa, se obtiene la primera diferencia y luego la población, llegándose a conocer el número de habitantes en lapsos iguales a los intercensales.

2.- Métodos gráficos:

A) Aritmético: es la representación gráfica de la extrapolación que se hace de los dos últimos datos censales en el papel milimétrico.

B) Geométrico: resuelve gráficamente la ecuación de procedimiento analítico-geométrico; para ello se emplea a papel rayado semilogarítmico; la escala natural para los tiempos y la escala logarítmica para el número de habitantes.

C) Curva promedio: como su nombre lo indica es la representación de los datos previamente presentados y que

se apega al crecimiento previsto siguiendo una trayectoria en base a la ubicación de los puntos.

Este procedimiento es muy bueno, si es usado tomando en cuenta para su resolución, los factores socio-económicos, que en los procedimientos analíticos son muy difíciles de considerar.

D) Comparación con otras poblaciones; es uno de los métodos más confiables, se requiere de dos o más poblados, cuyas características sean semejantes a las de la población -- que se trata de calcular el número de habitantes futuros. La condición obvia es que las poblaciones elegidas para la comparación, tenga mayor número de habitantes que la estudiada y suponer que esta última crecerá como lo hicieron las otras, a partir del número de habitantes.

Gráficamente se llevan paralelas de estos crecimientos a partir del último punto de la población en estudio y se escoge la que mejor siga la gráfica de crecimiento observado o la que mejor se apege al aumento esperado según los factores previstos.

Cálculo de la población de proyecto (Población futura), utilizando métodos analíticos y considerando:

Censo de 1950	-----	2908 habitantes.
Censo de 1960	-----	3218 habitantes.
Censo de 1970	-----	3704 habitantes.
Censo de 1980	-----	4206 habitantes.
Censo de 1989	-----	5360 habitantes.

Tomaremos en cuenta que el período económico -- (P.E.) depende del número de habitantes, esto es:

1) Para localidades de 2500 a 15000 habitantes de proyecto, el periodo económico va de 6 a 10 años.

2) Para localidades urbanas de 15000 o más habitantes de proyecto, el periodo económico llega hasta los 15 años.

Por lo tanto, se usará en nuestro caso un periodo económico P.E. = 10 años si la población va de 2500 a 15000 habitantes, ya que la población de Santo Tomás, Estado de Hidalgo se encuentra en éste rango.

A) Método Aritmético:

$$Pf = Pu + \frac{Pu - Pp}{u - p} (f - u)$$

Pu = 5360 habitantes.

Pp = 4206 habitantes.

f = año actual más el periodo del problema.
= 1989 + 10 = 1999.

u = 1989.

p = 1980.

$$Pf = 5360 + \frac{5360 - 4206}{1989 - 1980} (1999 - 1989)$$

$$Pf = 5360 + \frac{1154}{9} (10)$$

$$Pf = 5360 + 1282.2$$

Pf = 6642 habitantes.

B) Método Geométrico:

$$\text{Log Pf} = \text{log Pu} + \frac{\text{log Pu} - \text{log Pp}}{u - p} \quad (f - u)$$

$$\text{Pu} = 5360 \text{ habitantes.}$$

$$\text{Pp} = 4206 \text{ habitantes.}$$

$$u = 1989.$$

$$p = 1980.$$

$$f = 1989 + 10 = 1999.$$

$$\text{Log Pf} = \text{log } 5360 + \frac{\text{log } 5360 - \text{log } 4206}{1989 - 1980} \quad (1999 - 1989)$$

$$\text{log Pf} = 3.73 + \frac{3.73 - 3.62}{9} \quad (10)$$

$$\text{log Pf} = 3.73 + \frac{0.11}{9} \quad (10)$$

$$\text{log Pf} = 3.73 + 0.12$$

$$\text{log Pf} = 3.85$$

$$\text{Pf} = \text{antilog. } 3.85 = 10^{(3.85)}$$

$$\text{Pf} = 7079 \text{ habitantes.}$$

C) Método por incrementos diferenciales:

Sean los datos censales, obtener las segundas -
diferencias:

ASO	HAB.	1a. DIF.	2a. DIF.
1950	2908		
1960	3218	310	176
1970	3704	486	16
1980	4206	502	652
1989	5360	1154	281.3
1990	6795	1435	
2000	8230		

Obteniendo promedio de las segunda diferencias:

$$P = \frac{176 + 16 + 652}{3} = 281.3$$

Pf = 6795 habitantes.

Por lo tanto se considera una población de:

$$P = \frac{6642 + 7079 + 6795}{3} = 6838.67$$

Población aproximada por método analítico:

P = 6839 habitantes.

3.3.- ESTUDIOS HIDROLOGICOS

Es importante conocer el alcance hidrológico -- que la zona tratada proporciona bajo el estudio y las investigaciones realizadas ya que de aquí depende en que lugar colocar a la zona en estudio, es decir, cual es la categoría correspondiente desde el punto de vista hidrológico.

Para ello, presentaré el enfoque bajo el cual se estudiará hidrológicamente, abarcando la extensión de una cuenca, su posible conducción desde el embalse, la presa, hasta el lugar en estudio, con su sistema de distribución respectivo, así como una capacidad de embalse que se requiere para asegurar el suministro adecuado de agua para irrigación o consumo municipal durante las sequías.

Es necesario entonces contar con las cartas topográfica y geológica de la zona, que en este caso corresponde al nombre de Ciudad Sahagún en el Estado de Hidalgo, en las cuales se identifican algunos acueductos provenientes de la laguna de "Tecomulco" para el llenado de tanques elevados y posteriormente la distribución a los poblados de mayor concentración poblacional, es notoria la falta de conducción de agua en la zona de estudio así como para poblados aledaños, sin embargo, presentaré proposiciones y cálculos para el posible abastecimiento de agua: hidrológicamente no tenemos datos que nos permitan elaborar un análisis minucioso del área de escurrimiento, pendiente, vegetación, topografía, elevación y por consiguiente las obras necesarias para su explotación; no por la ausencia de este recurso necesario será imposible el abastecimiento de agua, ya que existen alejadas de la zona de estudio presas de almacenamiento como:

1) "Presa de enrocamiento Macúa Hidalgo, abastecida por el río Arroyo de la Vega con una diferencia de elevación de 20.5 mts. entre el punto más bajo de la cimentación y la corona, excluyendo dentellones, con un volumen total de cortina de 92750 m^3 , una capacidad total del vaso de 4.3 millones de m^3 , con un propósito de riego y terminada en el año de --- 1963.

2) Presa de enrocamiento "La Esperanza" Hidalgo

abastecida por el río Chico de Tulancingo que tiene una elevación de 27 mts., un volumen de 65970 m^3 , una capacidad de vaso de 4.2 millones de m^3 , un propósito de riego y terminada en -- 1943.

3) Presa de enrocamiento "Huichapan" Hidalgo abastecida por el río Arroyo Hondo, cuya elevación es de 53 --- mts., el volumen total de cortina de 210650 m^3 , la capacidad - del vaso es de 25 millones de m^3 , con objetivo de riego y terminada en el año de 1939.

4) Presa de tierra y roca "Endó" Hidalgo abastecida por el río Tula, tiene una elevación de 60 mts. un volumen total de cortina de 1820515 m^3 , una capacidad de 182 millones de m^3 , con finalidad de riego y terminada en 1951.

5) Presa de relleno hidráulico "Necaxa" Puebla, que aunque no pertenece al Estado de Hidalgo colinda con el lugar de estudio, cuya diferencia de elevación de la cimentación a la corona excluyendo detellones es de 56 m su volumen total de cortina es de $1'633,683 \text{ m}^3$, su capacidad de 42.9 millones - de m^3 , con propósito de generación de energía y terminada en - el año de 1912." (3)

Estas y otras presas localizadas en las afueras del Estado de Hidalgo, nos ayudarían al suministro de agua no solo al poblado en estudio, sino a todos los del Estado, solo que entonces investigaría zonas que no corresponden a este trabajo. Pero considerando existentes otras fuentes de agua, se presentan alternativas de suministro de agua de acuerdo a la carta topográfica del I.N.E.G.I. conforme a los accidentes to-

(3) Hallmark, Dasel. "Proyecto de presas pequeñas" Ed. Limusa Ed. 5a. Vol. II Págs 68, 69 y 70.

pográficos que la naturaleza nos hace disponibles, como es en este caso la laguna de "Tecomulco", la única zona acuifera - cercana al poblado de Santo Tomás municipio de Zempoala, a partir de la cual, marco un acueducto como primer alternativa con las obras necesarias para el traslado de agua a Santo Tomás y una segunda alternativa que solo se menciona, esto es:

Primera alternativa: en principio, nos encontramos en la cota 2550 en donde se colocará una primer estación de bombeo acotada con "0" en el primer tercio de la laguna más próximo al poblado, se conducirá hasta el pueblo de Tlacatepa con la segunda estación de bombeo, presentando una elevación - en la cota 2850 continuamos con la misma elevación hasta llegar al poblado de Francisco I Madero donde se ubica una tercer estación de bombeo, teniendo una elevación de 2800 en un tramo largo se colocará la cuarta estación de bombeo para conducirnos a la quinta y última estación de bombeo la que ubico en el pueblo de San Mateo Tlajomulco y a las orillas de éste se construirá un tanque elevado para distribuir agua por gravedad a la comunidad de Santo Tomás.

Debo hacer notar que en cada estación de bombeo se ubicará un depósito o tanque de almacenamiento de agua por dos razones: una es, porque se hizo coincidir cada estación de bombeo con un poblado pequeño, de tal forma que se le suministre una cantidad de agua de manera controlada, dependiendo des de luego de la capacidad de almacenamiento de la laguna; y la segunda razón, es para que tenga mayor eficiencia la conducción de agua dadas las diferencias de elevaciones y no se lle gue a presentar un problema relacionado con el "Golpe de Ariete". Al final de este capítulo presento las cartas del I.N.E.-G.I.

Segunda alternativa: únicamente mencionaré una

posible conducción de agua del poblado de Tepeapulco al de Santo Tomás, colocando un depósito o tanque de almacenamiento de agua de Tepeapulco con su respectiva estación de bombeo y de ahí llevarla a Santo Tomás por un costado de la carretera marcada en la carta, hasta el punto más cercano al pueblo para la colocación de un tanque elevado y de ahí su distribución, sólo que perturbaría el gasto que deficientemente suministra agua a la comunidad de Tepeapulco y definitivamente si no es suficiente para un poblado, menos será para dos. Por lo tanto, esta segunda alternativa está marcada en la carta geológica para tener un estudio completo y apreciar las ventajas y desventajas que se presentan.

Para detalle de las alternativas propuestas anteriormente, se pasará a los subtemas 3.4 y 3.5 de este capítulo, donde se dará una mejor visión de la zona en estudio y colocarla en el grado que le corresponda desde el punto de vista hidrológico, que al parecer hasta lo presentado no es muy satisfactorio. Sin embargo haciendo uso de la ingeniería, de una u otra forma se determinará el suministro de agua potable para el poblado de Santo Tomás, Estado de Hidalgo.

3.4.- CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

Es importante complementar la información hidrológica obtenida correspondiente a la zona, para ello se presentarán datos de la captación de aguas subterráneas.

Uno de los recursos necesarios para determinar el suministro de agua potable al poblado de Santo Tomás, está encuadrado en la captación de aguas subterráneas, ya sea por pozos, norias, manantiales, o algún otro tipo de ramificación subterránea de acuíferos, ríos, lagos, etcétera.

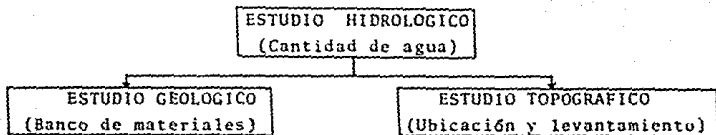
Para conseguir una mejor información se procede a hacer estudios geológicos de la zona, así como la información más exacta de la capacidad hidrológica del lugar y en consecuencia determinar que tipo de pozo es el más adecuado, analizando desde el equipo y programa de perforación, potencia necesaria para el equipo de bombeo, número: y distribución de pozos, el procedimiento de construcción hasta el funcionamiento y mantenimiento de cada pozo; todo esto, determinado por estudios geológicos, así como la cantidad y profundidad a la cual se va extraer el agua y la hidrología y la hidráulica de los acuíferos disponibles.

Esto implica investigar características del suelo, por lo tanto, conforme a estudios de campo y constatando con la carta geológica, se tiene un suelo piamonte, o sea, cohesivo, con un mínimo porcentaje de suelo residual, ubicados en la zona en estudio, y a sus alrededores encontramos pequeños estratos de suelos lacustres y aluviales.

Existen extensas zonas de rocas ígneas extrusivas como la riolita, andesita y basalto sobre todo en la zona de monte y en la altiplanicie la presencia de roca sedimentaria como arenisca y arenisca conglomerado.

Respecto a la posible captación de aguas subterráneas en el lugar en estudio, se encontró gente autóctona -- proclive a localizar agua a través de métodos rudimentarios como el uso de "varitas con horquetas" o con el presentimiento de que en algún determinado lugar había agua, no hay duda que en algún tiempo hubiera ramales o pequeñas corrientes subterráneas y con el paso de los años, en las generaciones se halla quedado esa idea, aún cuando ya no exista agua o simplemente halla cambiado la ruta.

Para evitarse este tipo de prejuicios, se debe contar con fundamento científico, para ello son necesarios los siguientes estudios preliminares:



Estudios Geológicos:

A) Mapa geológico, que sirve al ingeniero para tener una visión general del tipo y edad de las rocas de la región en estudio.

B) Secciones transversales geológicas (capas de tierra).

C) Análisis de las formaciones geológicas poniendo especial atención en las zonas calizas arenosas, depósitos glaciales permeables, depósitos de sal o cualquier otro material que pueda afectar la viabilidad de la presa.

D) Nivel freático.

E) Manantiales en la zona.

F) Localización de afloramiento de roca.

G) Resultados de sondeos.

H) Muestras del suelo y subsuelo del vaso.

I) Localización de materiales.

J) Fallas y fracturas.

No se entrará en detalle con los estudios ante-

riores, hasta elegir que sistema o recurso es necesario para la obtención de suministro de agua.

Se determina en este subtema que sí hay probabilidades de la perforación de pozos en el poblado de Santo Tomás, ya que existe en sus alrededores y en la Iglesia misma -- del pueblo, perforaciones para extracción de agua, solo que -- con marcada deficiencia, es aquí donde se hará intervenir la -- técnica de la ingeniería.

3.5.- CAPTACION DE AGUAS SUPERFICIALES

Análogamente la captación de aguas subterráneas a la de las aguas superficiales, es uno de los recursos necesarios y posible de los que se puede obtener un suministro de agua no solo para la comunidad de Santo Tomás sino para los pueblos circunvecinos.

Hay importantes aspectos hidrológicos de las -- fuentes de aguas superficiales: flujo de las corrientes y el -- rendimiento de las aguas naturales de captación; así como el -- almacenamiento que deberá proporcionarse en depósitos y el encauzamiento de las crecientes a través de conductos diversos -- de las corrientes y de los vertedores de las presas.

Comparativamente, existe cierta ventaja de trabajar con estructuras a cielo abierto en las aguas superficiales que con las correspondientes a las subterráneas, sin embargo, dicha ventaja se compensa desde el momento en que la zona de estudio posee un alto grado de inestabilidad del escurrimiento superficial, ya que al recabar información de campo, se percató de que la gente está esperanzada a tener un buen tiempo -- (precipitaciones pluviales irregulares) para laborar sus --

tierras y obtener buena cosecha, al igual que para captar mínimas cantidades de agua en los llamados "Jagüeyes".

"Los factores hidrológicos que intervienen fuertemente en el desarrollo de abastecimiento de aguas superficiales, deben tenerse muy presentes en su diseño y operación, con referencia especial a:

1.- Los principios para la selección, preparación y control de las áreas de captación.

2.- La selección y tratamiento de las áreas para depósitos y el manejo de estanques y lagos naturales, así como de embalses.

3.- La situación, dimensión, construcción y mantenimiento de las obras de ingeniería necesarias, incluyendo presas y diques, estructuras de toma, vertedores y obras de diversión.

Deberá también tenerse en cuenta que los sistemas pluviales deben desarrollarse con fines múltiples y no sólo para usos municipales." (4)

Por lo que respecta a las áreas de captación se mencionarán dos tipos de áreas:

"Áreas de tierras altas; ocasionalmente aunque con escasa frecuencia, una administración de aguas puede, con justificación económica, adquirir por entero la cuenca hidroló

(4) Fair, Geyer y Okun. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales. Op. Cit. Pág 295.

gica de su fuente y manejarla solamente para los fines de su abastecimiento de agua; excluyendo habitaciones y fábricas para mantener el agua segura y atractiva; dejando en barbecho las tierras cultivables, para prevenir desperdicios del escurrimiento y turbideces altas.

Areas de tierras bajas; cuando el agua se toma de lagos grandes y rfos anchos, los cuales sin almacenamiento adicional, rinde agua en abundancia, el manejo de sus captaciones ordinariamente se convierte en un punto de interés para más de una comunidad." (5)

Corresponde ahora determinar en que sitio ubicar a la zona en estudio, conforme a las cartas topográfica y geológica que abarca una área aproximada de 918 km² (34km. X 27km.) se considera, por lo tanto pertenecer a una área de captación de tierras bajas, las razones son: la observación de la zona no va más allá de los mil kilómetros cuadrados, aún cuando la altitud de la zona sea considerable y pudiera encuadrarse desde el punto de vista cuenca hidrológica y presa, el agua se toma de lagos con vertientes acuíferas sumamente raquíticas y los cuales se están consumiendo paulatinamente.

Además, para el desarrollo de la captación de aguas procedentes de tierras altas, se requiere de construcción de depósitos de almacenamiento, lo cual está restringido por aspectos interrelacionados a propiedad, economía, seguridad y científicamente por los siguientes factores:

1.- "Una topografía de la superficie que genere una relación baja del volumen de la presa al volumen de agua -

(5) Fair, Geyer y Okun. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales. Op. Cit. Pág 296:

almacenada; en adición, un sitio favorable para un conducto de la corriente y un vertedor; y una ruta adecuada para un acueducto o línea de tubería a la ciudad.

2.- Geología superficial que asegure cimientos para la cortina y otras estructuras; y materiales tales como arena, grava y arcilla para la construcción de la cortina y estructuras auxiliares.

3.- Un valle escasamente habitado para el depósito, ni pantanoso ni sumamente arbolado, no cruzado por carreteras o ferrocarriles importantes y en tal forma que las aguas vertidas al depósito tenga una salida hacia la descarga que no se interrumpa, con tal pendiente que exista escaso flujo, de poca profundidad, alrededor de los márgenes.

4.- Flujo en el depósito que interfiera lo menos posible con derechos establecidos de propiedad, cercanía de la toma a la población servida y localización a una elevación tal que el suministro pueda hacerse por gravedad." (6)

Tomando en cuenta los factores anteriores, se aprecia la incosteabilidad y la inexistencia de condiciones naturales, favorables para el suministro a través de la captación de aguas superficiales. Sin embargo, no es imposible hacer uso de este recurso para el abastecimiento de agua, únicamente será costoso.

(6) Fair, Geyer y Okun. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales. Op. Cit. Págs 297 y 299.

3.6.- DISTRIBUCION DE AGUAS (MATERIAL Y FORMA DE CONDUCCION)

Es conveniente standarizar caracterfsticas de la distribución de aguas aún cuando éstas se analicen someramente, dadas las desfavorables condiciones naturales del lugar.

Basándose en datos de la población como son consumo per cápita, censos, topografía, geología e hidrología de la zona principalmente, se indicará como se haría la distribución de aguas, qué material es el más adecuado a usar, cuál sería la forma de conducción de agua así como el gasto mínimo necesario para satisfacer las necesidades de la comunidad (por lo menos de consumo doméstico) y se determinará las estructuras fundamentales para su buen funcionamiento.

Considerando la fuente principal de agua (ver capítulo IV), su distribución para abastecimientos públicos, exceptuando tomas y salidas aisladas a lo largo de sus conductos alimentadores, serán redes de tuberías ramificadas adecuadamente en todas las calles; desde luego esto será encausado conforme a la topografía y localización de las obras de almacenamiento.

Tenemos para elegir dos tipos de redes de distribución, la abierta, formada por una tubería principal con ramificaciones aisladas; la cerrada formada por circuitos intercomunicados, teniendo una gran ventaja ya que la circulación del agua puede cambiar de sentido en casos necesarios. Y sus cálculos son:

Red abierta: consiste en determinar por tramos los diámetros de la tubería en función del caudal que lleva y la velocidad adecuada para el tipo de material.

Debe iniciarse por los tramos finales para con-

siderar la acumulación de gastos en los tramos anteriores porque viene alimentándose uno a otro.

Red cerrada: el cálculo consiste en determinar los diámetros de los distintos tramos que forman los circuitos principales. Existen varios métodos de cálculo entre los cuales los más comunes son el de Hardy Cross, y el de secciones.

Respecto al material, será tubo de acero ya que puede resistir presiones internas elevadas, dado que el suministro de agua no será constante y la zona es hostil, se puede colocar otro material como concreto reforzado o hierro colado, sólo que éste último elevaría su costo, además por estimaciones la tubería de acero posee una duración de 25 a 50 años, lo cual está dentro de una vida útil de proyecto.

Tomando tubo de acero, intervendrán los factores de tamaño y seguridad, así que para el tendido en longitud normal y comercial será de 20 a 30 pies, o sea, 6.1 a 9.1 mts, con una seguridad aceptable, pues falla con lentitud, principalmente por corrosión por lo que se recubre de material anticorrosivo como alquitrán o algún otro.

La conducción será a bombeo, usando tanque elevado y los cálculos correspondientes se harán en detalle en el siguiente capítulo.

CAPITULO CUARTO

" OBRAS PROPUESTAS "

4.1.- SISTEMA ELEGIDO

CAPITULO CUARTO
" OBRAS PROPUESTAS "

4.1.- SISTEMA ELEGIDO

Toda vez que el estudio realizado en la comunidad de Santo Tomás Estado de Hidalgo, enfocado desde el punto de vista hidrológico, conduce a tomar alternativas de suministro de agua de menor categoría y eficacia, es entonces el momento de determinar a criterio y bajo las condiciones presentes, cuál va a ser la obra o sistema que defina de alguna manera el suministro de agua potable al poblado mencionado. Considerando la inexistencia de un aprovechamiento de una Cuenca Hidrológica cercana al lugar y las pocas precipitaciones pluviales, se elige la alternativa de perforar pozos; para ello es indispensable un estudio geohidrológico, de tal forma que este trabajo tendría más desarrollado el objetivo de proyecto.

Al determinar que la perforación de pozos será una de las alternativas de suministro de agua a la comunidad estudiada, se presentará en este capítulo las características que deberá tener esta alternativa, cumpliendo con la eficiencia requerida técnicamente y el funcionamiento del pozo.

Los tipos de pozos que existen se distinguen -- por la forma de construcción, siendo entre otros los siguientes:

- 1) Pozos cavados
- 2) Pozos clavados y abiertos a chorro
- 3) Pozos barrenados

4) Pozos perforados. (1)

1) Pozos cavados: los pozos cavados pequeños se abren a mano generalmente. En terrenos o suelos superficiales, se les adema con madera o se les reviste con ladrillo, piedra en bruto, concreto, o bien, se les recubre con tubo vitrificado en barro o tubo de concreto de gran diámetro. La excavación se continúa hasta que el agua fluye al interior con mayor rapidez de la que puede extraerse.

Los pozos cavados deberán ser terminados estructuralmente cuando el nivel freático se encuentra a su nivel mínimo. Fig. 4.1

Los pozos excavados grandes y profundos, frecuentemente se construyen hundiendo sus revestimientos conforme procede la excavación (Ver figura 4.2). Las campanas neumáticas permiten al pozo penetrar de 15 a 20 pies (4.57 a 6.1 M) bajo el nivel freático.

2) Pozos clavados y abiertos a chorro; los pozos pueden clavarse en forma de arena de poca profundidad.

Como se muestra en la figura 4.3, la punta gufa se encuentra conectada a un colador o a una sección de tubo perforada. Para reducir la fricción, la punta es algo mayor que el entubado. El peso para accionar comunmente se suspende de un bloque conectado a un trípode.

En suelo duro una zapata cilíndrica, equipada -

(1) Fair, Geyer y Okun. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales. Op. Cit. Págs 274 a la 278.

con chorro de agua, afloja el suelo y lo arrastra hacia la superficie. (Ver figura 4.3)

3) Pozos perforados: los pozos perforados se taladran, ya sea por percusión o por perforación rotativa.

A) Perforación por percusión: se usa una barrena chata o con extremo de cincel, un vástago para barrena percursoros y una conexión para cable, todos ellos conectados mediante uniones roscadas cónicas. Un brazo excéntrico, polea reciprocante o viga de balancín hace subir o bajar las herramientas dentro del pozo húmedo. El cable de perforación debe sufrir una ligera elongación cuando la barrena golpea el fondo. El resorte de retorno en el cable evita que la barrena se trabee o que las herramientas se aplasten.

Como su nombre lo indica, los percutores (dos uniones pesadas y flojas con aspecto de cadenas) ayudan a sacudir y aflojar la barrena en su desplazamiento hacia arriba. - El perforador gira la barrena la cual puede ser con dientes -- muy separados y profundos, lo que quiere decir que la barrena es para perforar terreno suave, si usáramos barrenas de dientes chicos, el perforar una formación suave se atascaría, por lo que los dientes chicos se usan en formaciones duras, así como las barrenas de diamante. En general, la forma de los dientes, así como su separación, nos indica que uso debe dársele a la barrena.

La siguiente tabla nos da informe de las barrenas que se pueden usar a diferente profundidad:

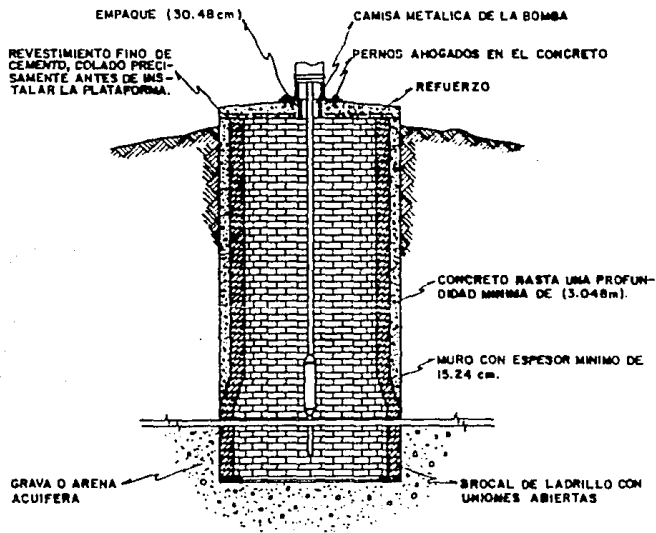


FIG. 4.1 POZOS CAVADOS Y SU PROTECCION SANITARIA
 POZO PEQUEÑO DE MAMPOSTERIA

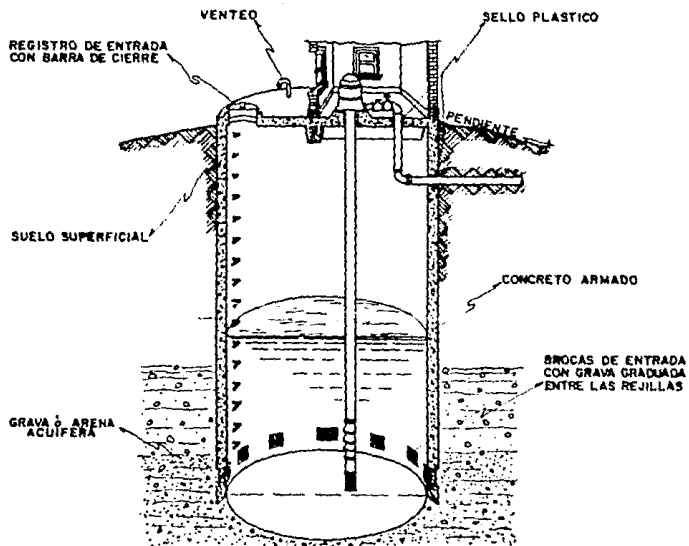


FIG. 4.2 POZO DE GRAN DIAMETRO CON BORDE CORTANTE

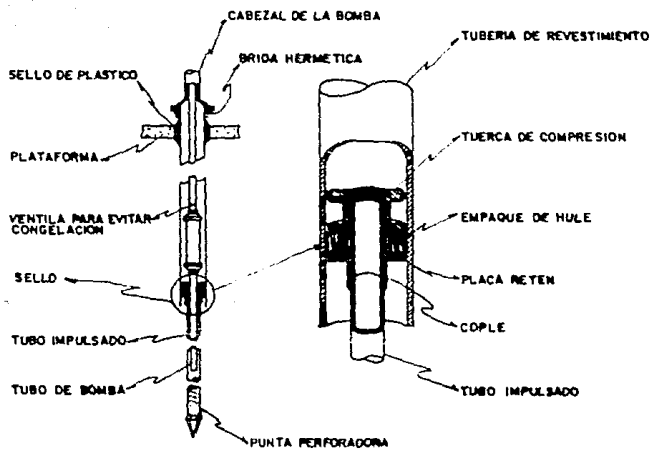


FIG. 4.3 POZO CLAVADO Y SU PROTECCION SANITARIA

Profundidad	0 a 200 m	1500 m	2500 m
Diámetro	23"	17 1/2"	12 1/4"
Tipo	Hunt, A-1	Huges QSC-3	Reed T 3-5

B) Perforación rotatoria. En la perforación rotatoria se sujeta una punta de corte a una barrena de perforación nueva, que se hace girar rápidamente mediante una mesa rotatoria operada a motor. Se bombea hacia abajo, ya sea agua o una suspensión de arcilla coloidal a través del tubo de perforación que fluye por las aberturas de la barrena y transporta el material desprendido a la superficie.

Al perforar para extraer agua, la espesa arcilla barrenada puede ser forzada hacia el interior del acuffero y reducir el flujo del pozo.

C) Perforación con percusión con circulación inversa. En esta forma de perforar, una barrena de percusión que se desliza sobre el exterior del tubo de perforación, rompe los guijarros encontrados. Los tubos de perforación pueden tener hasta 8" (204 mm) de diámetro. A través de ello se mueven fragmentos grandes de roca. Pueden excavarse con rapidez hoyos hasta de 6 pies (1.82 m) de diámetro y 700 pies (213 m) de profundidad en rellenos de valles y otros materiales heterogéneos no consolidados.

Refiriéndose a bombeo, se consideran tres tipos de equipo de bombeo:

1.- "Para elevaciones inferiores a 25 pies (7.6 m), una pequeña bomba recíproca de pistón;

2.- Para elevaciones hasta de 125 pies (38 m) - una bomba centrífuga a la que se elva el agua mediante recircu lación de la descarga a un eyector y ;

3.- Para elevaciones que no pueden manejarse -- por bombas de chorro, una bomba de cilindro instalada en el po zo y accionada mediante varillas a través de un martinete mon tado en la cabeza del pozo. (Ver fig. 4.4)

Para cálculo de una primer alternativa se elije el equipo de perforación rotativa perteneciente al sistema de pozos perforados.

Es necesario entonces presentar las caracterís ticas del sistema rotatorio, sus ventajas, su funcionamiento y el cálculo de la potencia de la bomba que conducirá el agua -- desde la profundidad del pozo hasta un tanque elevado.

La fuente de energfa en este tipo de perfora--- ción rotatoria, la constituyen motores de combustión interna, existiendo tipos formados por dos, tres, cuatro o más motores según las necesidades de profundidad a que se desee llegar.

La energfa desarrollada por éstos, es utilizada para la rotación del vástago, el cual da movimiento a la tube rfa de perforación, aunque también se utilizan en otras opera ciones, por ejemplo: levantamiento de herramientas y equipos - pesados. La fuente de energfa trasmite su potencia al malacate de perforación, que consta de un carrete sobre el cual se enro lia el cable de acero, llamado de perforación que pasa por el portapoleas de corona y los garruchos de la polea viajera, con lo cual la polea de perforación baja o sube. En el extremo in ferior de la polea viajera se anexa un gancho de acero, cuya - capacidad de peso debe ser tal, que soporte la columna de tu--

COMO ILUSTRACION SE PRESENTA LA FIGURA 4.4

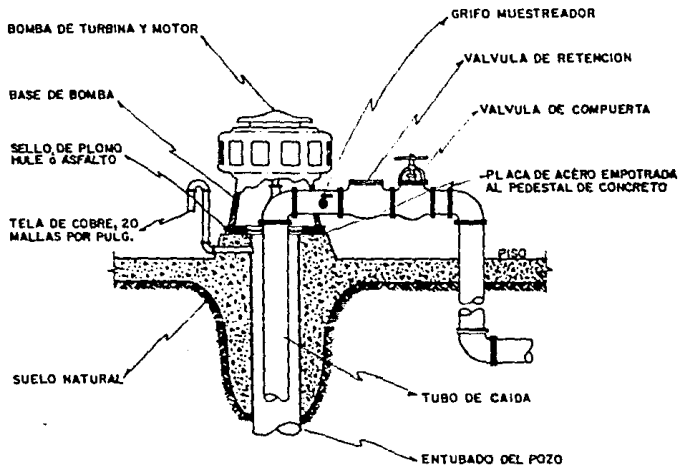


FIG. 4.4 MOTOR PARA BOMBA SUMERGIDA (DEL DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE IWOA). (2)

2 FAIR, GEYER Y OKUN. AGUA Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES OP. CIT. PAG. 283

bos de perforación que es hueca en su totalidad para permitir el flujo del fluido de perforación; finalmente se encuentra la barrena o broca cuya acción constante de ésta junto con el peso aplicado sobre la misma y el movimiento rotatorio transmitido por la flecha a la tubería de perforación hace factible el avance en la perforación.

Las ventajas que tiene el sistema rotatorio ---
son:

1) Por lo que se refiere a la perforación, es mucho más rápida, y por lo tanto opera a un costo menor por metro, asegurando la producción dentro del menor tiempo.

2) Su mejoramiento en diseño y el desarrollo de barrenas para roca dura ha sido en gran parte el motivo por el que éste método haya sido preferido.

3) Por su manera de perforar se ha encontrado la facilidad de penetrar grandes espesores de arcillas y arenas no consolidadas.

Ahora se procederá a la realización del cálculo de la potencia de la bomba.

CALCULO DE POTENCIA DE LA BOMBA PARA UN POZO -
PERFORADO:

Se extraerá agua a través de una bomba y será llevada a un tanque elevado por una tubería con una longitud de 420 m. de la bomba al tanque y 102 mm. de diámetro, considérandola de un material de fierro fundido (fo.fo.) y asfaltado. Se propone una profundidad de pozo de 600 m. longitud igual a

la tubería de succión. Para obtener la potencia de la bomba se calculará el gasto de proyecto y la carga tomando en cuenta -- las pérdidas por fricción y accesorios del tubo de descarga -- que contiene tres codos regulares, una válvula check y una válvula de compuerta.

Se tomará el 75% de eficiencia de la bomba calculada en C.V., y cuyas fórmulas son usadas por las normas de proyecto de agua potable de S.A.R.H.

SOLUCION:

$$\text{Sea } P = \frac{\gamma Q H_t}{75 \eta}$$

P = potencia de la bomba (kg-m/seg.)

γ = peso específico del agua (kg/m³)

Q = gasto de proyecto (m³/seg.)

H_t = carga total de bombeo (m)

75 = factor para obtención de potencia en C.V.

η = eficiencia.

Se requiere entonces un Q de proyecto:

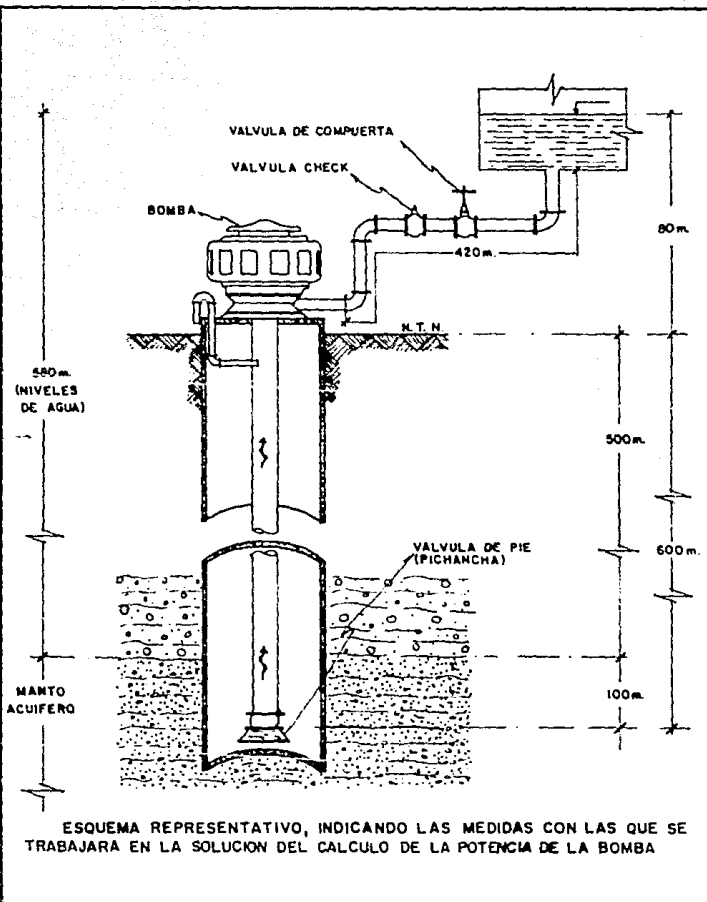
$$Q \text{ medio diario} = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población de proyecto}}{86400}$$

$$Q \text{ máximo diario} = Q \text{ medio diario} \times \text{Cd.}$$

$$Q \text{ máximo horario} = Q \text{ máximo diario} \times \text{Ch.}$$

Donde:

Q medio diario, se usará para cálculo de poten-



cia de bomba.

Q máximo diario, afectado por el coeficiente de variación diaria, (1.2) con este gasto se obtiene la línea de conducción (no calculada en nuestro caso).

Q máximo horario, afectado por el coeficiente de variación horaria, (1.5) con este gasto se obtiene la red de distribución (no calculada en nuestro caso).

Ahora con la fórmula de Gasto medio diario, considerando el volumen diario y afectado por las horas de bombeo realizadas en un día, se entrará a su cálculo para obtener gasto de proyecto, tanto en lt/seg. como en m³/seg.

Sea Dotación = 120 lt/hab/día.

Pp = 6839 habitantes.

$$Q \text{ medio} = \frac{\text{Volumen}}{\text{día}} = \frac{\text{Vol.}}{24} = \text{Volumen diario.}$$

Volumen diario = Núm. de hab. x Dotación (por día)

Q medio = Volumen diario x Horas de bombeo al día

Sustituyendo:

$$Q \text{ medio} = \frac{\text{Dot.} \times \text{Pp}}{86400} \quad (\text{Horas de bombeo al día})$$

Se tiene un bombeo de 20 hrs. al día, por lo tanto:

$$Q \text{ medio} = \frac{(120 \text{ lt/hab/día}) (6839 \text{ hab.}) (24)}{86400 \text{ seg/día} \quad (20)}$$

$$Q \text{ medio} = 11.39 \text{ lt/seg.} = 0.01139 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

La carga total de bombeo es igual al desnivel o distancia entre el agua del tanque elevado y el nivel máximo de agua en el pozo, más las pérdidas totales en la conducción:

$$H_t = \text{desnivel} + S_f (\text{long.}) + h(\text{válvula}) + h(\text{fricción}) + h(\text{accesorios}).$$

Entonces:

$$\text{Desnivel} = 580 \text{ m. (dato)}$$

S_f = pendiente de fricción

$$S_f = \frac{hf}{L} = \frac{f}{D} \frac{(v^2)}{(2g)}$$

Por lo tanto se necesita calcular velocidad, -- N^om. de Reynolds, entrar al diagrama de Moody para localizar f y por consiguiente la pendiente de fricción.

$$Q = VA: \quad V = \frac{Q}{A} \quad \text{---- Ecuación 1}$$

$$\text{Si } A = \frac{\pi D^2}{4}, \text{ sustituyendo en ecuación 1}$$

Se tiene:

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4Q}{\pi D^2}, \quad D = 102 \text{ mm} = 0.102 \text{ m.}$$

$$V = \frac{4 (0.01139 \text{ m}^3/\text{seg})}{(0.102 \text{ m.})^2} = \frac{0.0456}{0.03268} = 1.394 \text{ m/s}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{(1.394 \text{ m/s})^2}{2 (9.81 \text{ m/s}^2)} = \frac{1.943 \text{ m}^2/\text{s}^2}{19.62 \text{ m/s}^2} = 0.099 \text{ m}$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \text{Número de Reynolds.}$$

V = velocidad media

D = diámetro del conducto

ν = viscosidad cinemática del fluido.

Para un D = 102 mm de una tubería de hierro fundido y asfaltado y de la gráfica de la rugosidad relativa (3), $\epsilon = 0.122 \text{ mm.}$ por lo tanto:

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0.122 \text{ mm}}{102 \text{ mm.}}$$

$$\frac{\epsilon}{D} = 0.0012$$

y una temperatura del agua de 15 grados centígrados, la viscosidad cinemática será $\nu = 0.0114 \text{ cm}^2/\text{seg}$ (4)

$$\text{Si } V = 1.394 \text{ m/seg.} = 139.4 \text{ cm/seg.}$$

$$D = 102 \text{ mm.} = 10.2 \text{ cm.} = 0.102 \text{ m.}$$

(3) Gilberto Sotelo Avila. "Hidráulica General" Editorial Limusa. Edición 1a. Vol. I Pág. 284.

(4) Idem Pág 26.

Sustituyendo valores:

$$Re = \frac{(139.4 \text{ cm/s}) (10.2 \text{ cm})}{0.0114 \text{ cm}^2/\text{seg.}}$$

$$Re = 1.247263 \times 10^5$$

Entramos al diagrama de Moody (5) y obtenemos $f = 0.02159$, entonces:

$$Sf = \frac{hf}{L} = \frac{f}{D} \frac{(v^2)}{(2g)}$$

$$Sf = \frac{0.02159}{0.102 \text{ m}} \quad (0.099 \text{ m})$$

$$Sf = 0.20955$$

Cálculo de pérdida en la válvula:

$$h_v = k \frac{v^2}{2g}, \text{ donde } k = \text{coeficiente de pérdida}$$

De la gráfica para pichancha (6) $k = 1.1$

$$h_v = 1.1 (0.099)$$

$$h_v = 0.1089$$

Cálculo de pérdida de fricción en la tubería de descarga; donde intervendrá la pendiente de fricción por la longitud de la tubería:

(5) Gilberto Sotelo Avila. "Hidráulica General". Op. Cit. Pág 282.

(6) Idem, Pág 312.

$$hf = (Sf) (\text{Longitud})$$

$$hf = 0.020955 \times 420 \text{ m} = 8.8011 \text{ m.}$$

$$Hf = 8.8011 \text{ m.}$$

Cálculo de pérdida en accesorios:

$$\text{Codo reguar con bridas (90°); } k = 0.31 \times 3 = 0.93 \quad (7)$$

$$\text{Válvula check con bridas; } k = 2.00 \times 1 = 2.00 \quad (8)$$

$$\text{Válvula de compuerta con bridas; } k = 0.17 \quad (8)$$

$$\text{Salida de agua (Aa/A); } k = \underline{1.00} \quad (9)$$

$$\text{La suma de coeficientes } k = 4.1$$

Por lo tanto, la pérdida de energía por accesorios:

$$h_a = k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_a = 4.1 (0.099)$$

$$H_a = 0.4059 \text{ m.}$$

Recordando, la carga total será:

$$H_t = \text{Desnivel} + Sf (\text{long.}) + h_v + h_f + h_a.$$

Sustituyendo:

$$H_t = 580 \text{ m} + 0.020955 \times 600 + 0.1089 + 8.8011 + 0.4059.$$

(7) Gilberto Sotelo Avila. "Hidráulica General". Op. Cit., Pág 306.

(8) Idem, Pág 312.

(9) Idem, Pág 313.

$$H_t = 601.89 \text{ m}$$

Entonces:

$$P = \frac{Q H_t}{75 \eta}$$

$$P = \frac{(1000 \text{ kh/m}^3) (0.01139 \text{ m}^3/\text{seg}) (601.89 \text{ m})}{(75) (0.75)}$$

$$P = \frac{6,855.53 \text{ kg-m/seg}}{56.25}$$

$$P = 121.88 \text{ C.V.}$$

Potencia que por razones de seguridad, eficiencia, rendimiento y equivalencia comercial, se elevará a 150 -- C.V. por lo tanto:

$$P = 150 \text{ C.V.}$$

Ahora se calculará el diámetro de la tubería correspondiente a la primer alternativa mencionada en el capítulo anterior, que en comparación con el sistema de perforación de pozos, conducirá agua de manera emergente a la comunidad de Santo Tomás.

Este sistema, recordando y resumiendo en el capítulo tres, consiste en llevar agua de la laguna de "Tecocmulco" hasta la zona en estudio, cruzando por cuatro poblados y auxiliándose por cinco estaciones de bombeo con sus respectivos depósitos de agua cercanos a cada poblado, y terminando en un tanque donde se concentrará la mayor cantidad del agua para distribuirla posteriormente.

Para este sistema propuesto, no se incluirán --

los cálculos para cada una de las bombas, ya que sigue el mismo procedimiento de la alternativa anterior, únicamente se determinará el diámetro de la tubería.

La tubería será de fierro fundido normal y conducirá un gasto de proyecto $Q = 11.39$ lt/seg. (calculado en el problema anterior), una pendiente mínima $S = 0.001125$ y se considerará el caso a tubo lleno.

Solución:

$$Q = 11.39 \text{ lt/seg.}$$

$$s = 0.001125$$

$$y = D \text{ (tubo lleno)}$$

$$Q = \frac{A}{n} Rh^{2/3} S^{1/2}$$

De la tabla 2.4 el factor de fricción "n" (10) será: $n = 0.014$.

Aplicando Manning y considerando el caso a tubo lleno:

$$Rh = \frac{D}{4}$$

$$Q = \frac{A}{n} Rh^{2/3} S^{1/2}$$

Se tiene:

$$0.01139 \text{ m}^3/\text{seg} = \frac{A}{0.014} Rh^{2/3} (0.001125)^{1/2}$$

Si:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Entonces:

$$\frac{\pi D^2}{0.014} \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} (0.001125)^{1/2} = 0.01139$$

$$\frac{\pi D^2}{0.056} \frac{D^{2/3}}{2.519} (0.0335) = 0.01139$$

$$\frac{\pi D^2 D^{2/3}}{0.1411} = \frac{0.01139}{0.0335}$$

$$22.2707 D^2 D^{2/3} = 0.34$$

$$D^{6/3} D^{2/3} = \frac{0.34}{22.2707}$$

$$D^{8/3} = 0.015267 = (0.015267)^{3/8}$$

$$D = 0.2084$$

$$D = 20.8 \text{ cms.}$$

Fórmula práctica para comprobación:

$$D = \left(\frac{n \times Q \times 4^{5/3}}{s^{1/2} \pi} \right)^{3/8}$$

$$D = \left(\frac{0.014 \times 0.01139 \times 4^{5/3}}{0.0015^{1/2} \pi} \right)^{3/8}$$

$$D = \left(\frac{1.61 \times 10^{-3}}{0.10537} \right)^{3/8}$$

$$D = 0.01525^{3/8}$$

$$D = 0.2083 \text{ m.}$$

$$D = 20.8 \text{ cm.}$$

Concluyendo:

$$Q = 11.39 \text{ lt/seg}$$

$$D = 20.8 \text{ cms. y}$$

$$n = 0.014$$

Con estos cálculos se concluye el capítulo cuarto, eligiendo el posible sistema de abastecimiento de agua posibles de estudiar, determinando el mínimo suministro de agua que pueda llegar a satisfacer las necesidades de la comunidad de Santo Tomás Estado de Hidalgo.

**ANEXO DE LAS COPIAS FOTOSTATICAS DE LAS GRAFI--
CAS UTILIZADAS EN EL CALCULO DE POTENCIA DE LA BOMBA Y EL DIA-
METRO DE TUBERIA.**

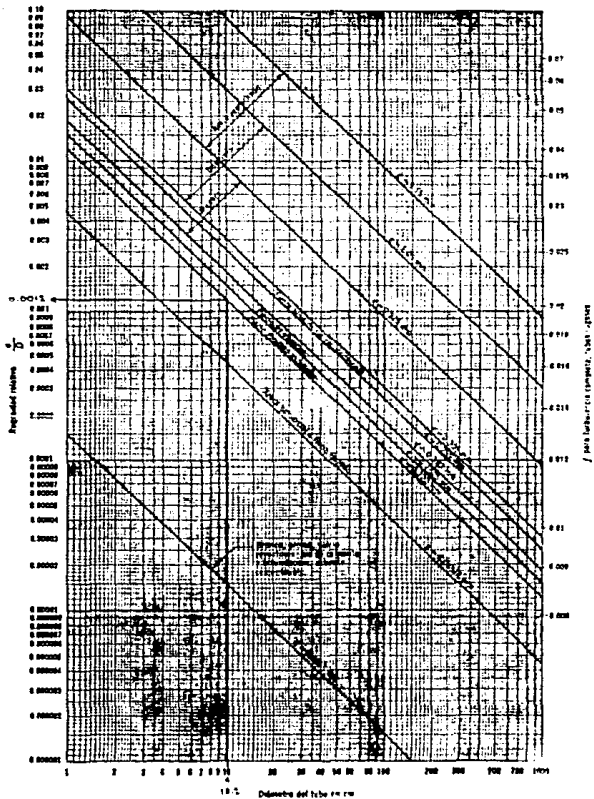


Figura B.4. Rugosidad relativa para tubos nuevos limpios.

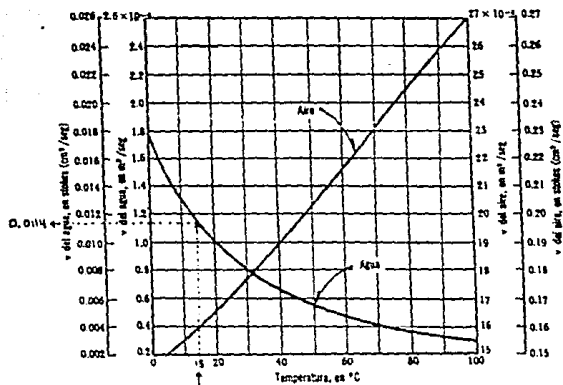


Figura 1.2. Viscosidad cinemática del agua y del aire a la presión atmosférica del nivel del mar.

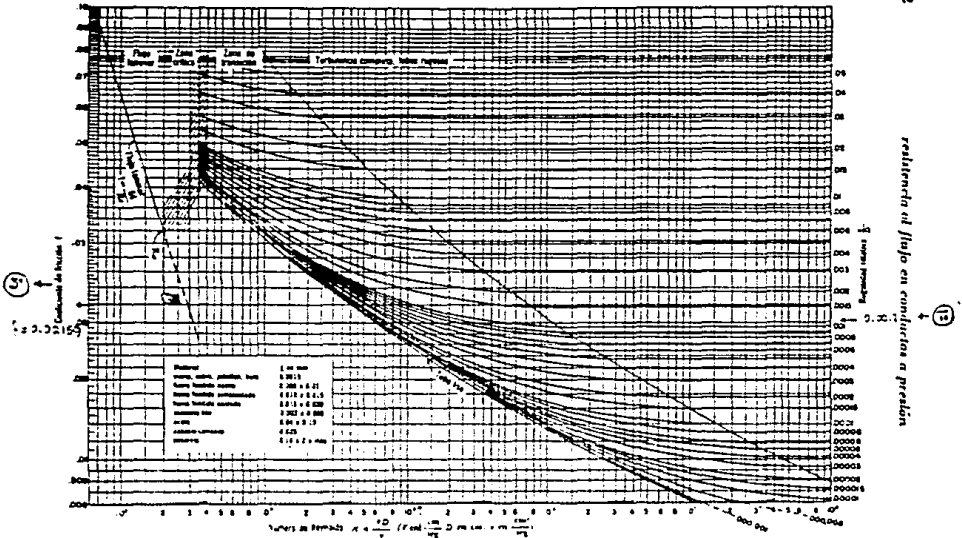


Figura 8.3. Coeficiente de fricción para cualquier tipo y tamaño de tubo; diagrama universal de Moody.

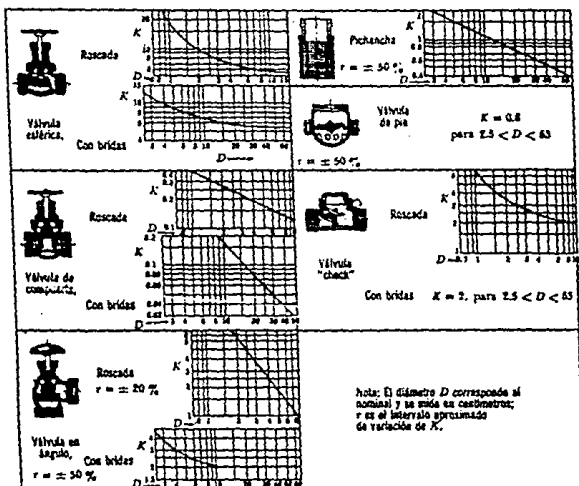
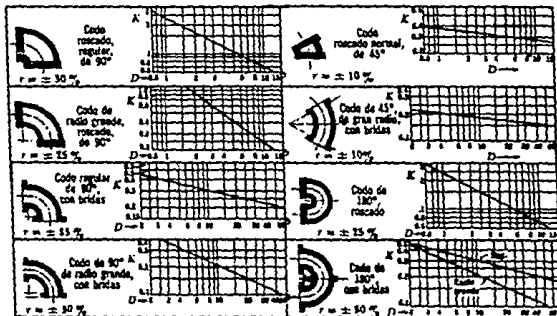


Figura 8.30. Coeficientes de pérdida para válvulas completamente abiertas.



Nota: El diámetro D corresponde al nominal y se mide en centímetros, r es el intervalo aproximado de variación para K .

Figura 8.18. Coeficientes de pérdida para los codos.

TABLA 8.12. Coeficientes de pérdida para válvulas esféricas

θ	K	A/A_0
5	0.05	0.926
10	0.29	0.85
15	0.75	0.772
20	1.56	0.692
25	3.10	0.613
30	5.17	0.535
35	9.68	0.458
40	17.3	0.385
45	31.2	0.315
50	52.6	0.25
55	106	0.19
60	206	0.137
65	486	0.091
82	∞	0

TABLA 8.13. Coeficientes de pérdida para válvulas de lenteja

θ	K	A/A_0
5	0.24	0.913
10	0.52	0.826
15	0.90	0.741
20	1.54	0.658
25	2.31	0.577
30	3.91	0.500
35	6.22	0.426
40	10.8	0.357
45	18.7	0.293
50	32.6	0.234
55	58.8	0.181
60	118	0.124
65	256	0.094
70	751	0.06
90	∞	0

CAPITULO QUINTO

" EVALUACION ECONOMICA "

5.1.- EVALUACION DE LA INVERSION Y SUBSIDIO

CAPITULO QUINTO

" EVALUACION ECONOMICA "

5.1.- EVALUACION DE LA INVERSION Y SUBSIDIO

Corresponde ahora, presentar la evaluación económica de las obras propuestas para el suministro de agua potable para el poblado de Santo Tomás, municipio de Zempoala, en el Estado de Hidalgo.

Es muy notorio que la evaluación económica es el factor que más afecta la ejecución de proyectos de cualquier tipo, ya que del diseño a la construcción de obra, pueden presentarse diversas circunstancias que alteran el presupuesto originalmente presentando en el proyecto.

Esta situación requiere que los profesionales en la rama, evalúen la gama de elementos que afectan la determinación adecuada del costo futuro de cualquier proyecto de construcción, que en nuestro caso es el de perforación de pozos y tubería correspondiente. Sin embargo se hará un análisis sencillo y lo más apegado al costo actual.

Ahora bien, para determinar cuáles de los elementos es el que más afecta los resultados en cuanto a costo, dependerá de la situación económica existente, sin embargo, enumeraremos tres elementos que posiblemente sean los más importantes:

- 1.- Inflación de costos.
- 2.- Oferta y demanda de productos y servicios en un periodo específico.

3.- Disponibilidad de recursos en materiales, servicios y mano de obra en áreas y perfodos específicos.

Para analizar la problemática referente a los factores: evaluación de la inversión y subsidio, se debe asegurar de que las referencias de costo sean reales dentro de la situación de la oferta y la demanda y cómo ésta se refleja en el proceso constructivo de proyecto.

Por lo tanto debe existir una adecuada comunicación entre el equipo de diseño, el Ingeniero Civil, el proyecto y la Secretaría de Estado o Empresa Privada posibles al subsidio, garantizando no sólo una mejor relación entre las partes interesadas, sino también, asegurar la ejecución final de muchas obras de ingeniería que quedan sin ejecutarse por falta de financiamiento o causas políticas principalmente.

Para las obras propuestas en este trabajo, se evaluará la inversión de la perforación de pozo, refiriéndose en especial a la bomba, tubería y excavación aproximada.

Haciendo la ubicación del pozo en la periferia de la Iglesia del pueblo, puesto que en esta zona se extrajo agua, misma que se infiltró por algún tiempo y que actualmente en una perforación no mayor de doscientos metros se ha llegado a escuchar el paso de agua como el de un pequeño arroyo.

En principio, la potencia de la bomba requerida en la alternativa de perforación de pozo referida en el capítulo anterior, es de 121.9 C.V. o 120.3 H.P. que en su valor comercial actual y equivalencia de 150 C.V. es la siguiente:

Costo de la bomba centrífuga y trifásica;
\$ 27'610,000.00 pesos

La tubería de fierro fundido (fo.fo.) y asfalta do con una longitud de 420 m de la bomba al tanque elevado y - 102 mm. de diámetro, tendrá el valor siguiente:

El precio del m. de fierro fundido con un diámetro igual a 102 mm. (4") es de \$50,000.00 pesos; la válvula de compuerta tiene un costo de \$ 135,000.00 pesos; la válvula check \$ 183,000.00 pesos y los codos de 90° de \$61,000.00 pesos - cada uno.

El costo total de tubería es:

Costo por m. D = 102 mm	50,000 x 420 =	21'000,000.00
Válvula de compuerta	135,000 x 1 =	135,000.00
Válvula check	183,000 x 1 =	183,000.00
Codos de 90°	61,000 x 3 =	<u>183,000.00</u>
		21'501,000.00

Costo de tubería de la bomba al tanque elevado de agua:
\$ 21'501,000.00

El tubo para la conducción de agua superficial de la segunda propuesta de proyecto, tiene un diámetro calculado de 20.8 cms. de fierro fundido, con un costo por m. de --- \$115,000.00 pesos. Es necesario hacer notar que no se da el -- costo total de la tubería de conducción superficial dado que - se debe tener la planimetría o nivelación de los pueblos circunvecinos del origen al destino del agua, lo cual corresponde al campo de acción de la Topografía.

CUANTIFICACION DE MATERIAL.6

Tanque elevado con cimientos de mampostería, piso, paredes y cubierta de concreto armado con las medidas y forma siguientes:

$$\text{Volumen del tanque} = \text{volumen diario} \times 1.5$$

$$\text{Volumen diario} = \text{Núm. de habitantes} \times \text{Dotación}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{Volumen diario} = (6839\text{hab.}) (120\text{lt/hab/dfa})$$

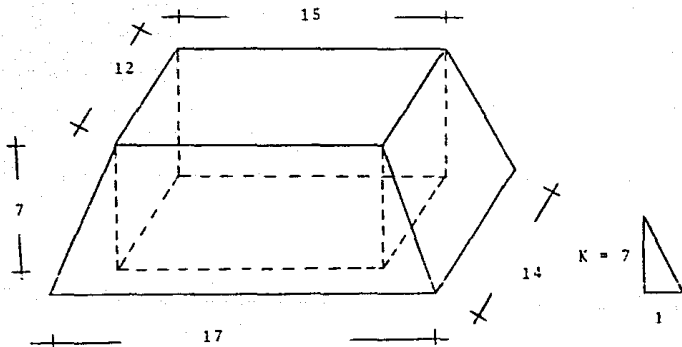
$$\text{Volumen diario} = 820,680 \text{ lt/dfa.}$$

por lo tanto:

$$\text{Volumen del tanque} = 820,680 \text{ lt/dfa} \times 1.5$$

$$\text{Volumen del tanque} = 1,231,020 \text{ lt.}$$

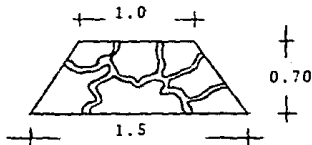
$$\text{Volumen del tanque} = 1,231 \text{ m}^3.$$



6 Anexo hoja de precios otorgada por la empresa.

La cuantificación del material será realizada -
bajo la lista de precios de material de construcción otorgada
por la empresa "AMADECO S.A. DE C.V. " para sumarlos al costo
total de obra. (Ver anexo)

Cimentación:



Longitud total de cimentación: $15 + 15 + 12 + 12 = 54$ m.

$$\text{Area} = \left(\frac{1.50 + 1.0}{2} \right) 0.70 = 0.875 \text{ m}^2$$

$$0.875 \text{ m}^2 \times 54 \text{ m} = 47.25 \text{ m}^3$$

lo cual implica siete carros de volteo de 7 m^3 de piedra para
cimiento con un costo de :

\$ 1'400,000.00 pesos.

Un bulto de cemento por m. lineal de mamposteo,
por lo tanto tenemos:

$$54 \text{ m} \times 1 = 54 \text{ sacos}$$

$$54 \text{ sacos} \times 12,000 = \$648,000.00 \text{ pesos}$$

Media cubeta de impermeabilizante "Vaportite --
550" base solvente por m. lineal:

54 m x 0.5 = 27 cubetas

27 cubetas x 92,500 = \$ 2'497,500.00 pesos

Relleno de tepetate:

15 x 12 x 0.35 = 63m³, por lo tanto se necesita
nueve carros de volteo de 7 m³.

9 x 160,000 = \$1'440,000.00 pesos

Metro cuadrado para piso, paredes y techo:

Se necesita varilla de 3/8 x 12 a cada 20 cms.
en 5 tramos de un metro en dos sentidos, esto es,

5 x 2 = 10 m. por lo tanto se requiere de una -
varilla por metro cuadrado, con amarre de un kg. de alambre re
cocido por metro cuadrado, lo que da un total de:

Varilla \$ 14,000.00 pesos

Alambre \$ 3,800.00 pesos.

Además un saco de festergral de 5kg. por m², --
dos sacos de cemento gris tipo c-2, cuatro botes de grava y -
tres botes de arena, obteniendo una resistencia de 250 kg/cm²

Impermeabilizante \$ 10,000.00 pesos

Cemento gris \$ 24,000.00 pesos

Arena \$ 2,400.00 pesos

Grava \$ 3,200.00 pesos

Costo total por metro cuadrado de concreto arma

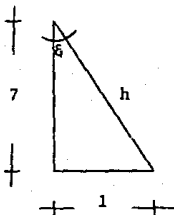
do.

\$ 57,400.00 pesos.

Piso:

$$17 \times 14 \times 57,400 = \$ 13'661,200.00 \text{ pesos}$$

Para calcular el costo de las paredes de lado mayor y menor, se obtendrá "h" que es igual a la altura de los lados inclinados del tanque:



$$\text{Primero: } \tan \epsilon = \frac{1}{7}$$

$$\text{Segundo: } \text{Sen } \epsilon = \frac{1}{h}$$

$$\epsilon = \tan^{-1} 0.143$$

$$h = \frac{1}{\text{sen } \epsilon}$$

$$\epsilon = 8.13$$

$$\epsilon = 8^{\circ}7'48''$$

$$h = 7.071$$

Por lo tanto para las dos paredes del lado mayor se tiene:

$$A = \left(\frac{17 + 15}{2} \right) 7.071 = 113.14 \text{ m}^2$$

$$113.14 \text{ m}^2 \times 57400 \times 2 = \$ 12'988,013.00$$

\$ 12'988,013.00 pesos.

Dos paredes lado menor:

$$A = \left(\frac{14 + 12}{2} \right) 7.071 = 91.92 \text{ m}^2$$

$$91.92 \text{ m}^2 \times 57400 \times 2 = \$ 10'552,760.40$$

\$ 10'552,760.40 pesos.

Techo:

$$15 \times 12 = 180 \text{ m}^2$$

$$180 \text{ m}^2 \times 57,400 = \$ 10'332,000.00$$

\$ 10'332,000.00 pesos.

Cadena de desplante 80 x 80 cms. se necesitan - cinco varillas de 1/2 en cada lado superior e inferior a cada 16 cms., más 8 cms. de recubrimiento de cada lado y cuatro varillas de los lados restantes a cada 21 cms. incluyendo 2 de las interiores, ocupando 14 m. de varilla de 1/2 x 12 por cada metro lineal de cadena, con 5 estribos de 80 x 80 cms. a cada 20 cms. de separación por metro lineal de cadena, con 1.5 kg de alambre recocido y para obtener una resistencia de 200 kg/cm² se requiere de 75 kg de cemento gris, 5 botes de arena, -- 7.5 botes de grava, todo esto por metro lineal de cadena.

Varilla	\$28,000.00
Estribos	\$12,000.00

- 79 -

Alambre	\$ 5,700.00
Cemento	\$ 18,000.00
Arena	\$ 4,000.00
Grava	\$ 6,000.00

Costo total por metro de cadena de desplante --
\$ 73,700.00 pesos.

Se tiene 15 m. de cada lado mayor, más 12m. de
cada lado menor, da una suma de 54 m. y un costo de:

54 x 28,200 = \$ 3'979,800.00
\$ 3'979,800.00 pesos.

Aunado a los presupuestos anteriores, se tomará
en cuenta el alquiler de una máquina perforadora de pozos, con
equipo de perforación rotativa de 450 a 1000m. de profundidad;
lo cual está en el rango del caso en estudio.

Costo del uso horario:
\$ 184,000.00 pesos.

El rendimiento del equipo dependerá de la fuer-
te de energía que constituyen motores de combustión interna --
que va de dos a cuatro motores según las necesidades de profun-
didad, además es necesario saber que tipo de suelo se va a ba-
rrenar y cuáles son sus diferentes estratos, para usar los co-
rrectos accesorios como son: cable de perforación, polea, ba-
rrena o broca entre otros, y con ello poder determinar el ren-
dimiento de la máquina. Sin embargo, en condiciones normales,
el avance por metro lineal de profundidad con un diámetro de -
20 cms. corresponde de 30 a 50 cms. de profundidad por hora, -
lo que implica dividir seiscientos metros de profundidad pro-
puestos, por treinta cms.:

$$600 \div 0.30 = 2,000 \text{ hrs.}$$

para llegar a una profundidad de 600 m. se requiere de 2,000 - hrs. y un costo por alquiler de:

$$2,000 \times 184,000 = \$ 368'000,000.00$$
$$\$ 368'000,000.00 \text{ pesos.}$$

Este costo es, considerando un rendimiento óptimo, sin estratos extremadamente rocosos en el subsuelo y sin deterioro de barrenas.

Cuantificación de mano de obra respecto al tanque elevado de agua:

Cimentación:

$$54 \text{ m.} \times 20,000 = \$ 1'080,000.00 \text{ pesos}$$

Relleno de tepetate y piso colado con armado:

$$\text{Tepetate } 63 \text{ mt}^3 \times 25,000 = \$ 1'575,000.00 \text{ pesos}$$

$$\text{Piso } 17 \times 14 \times 35,000 = \$ 8'330,000.00 \text{ pesos}$$

Colado:

Dos paredes lado mayor

$$113.14 \text{ m}^2 \times 35,000 \times 2 = \$ 7'919,800.00 \text{ pesos}$$

Dos paredes lado menor

$$91.92 \text{ m}^2 \times 35,000 \times 2 = \$ 6'434,400.00 \text{ pesos}$$

Techo:

$$180 \text{ m}^2 \times 35,000 = \$ 6'300,000.00 \text{ pesos}$$

Cadena de desplante:

54 m. x 20,000 = \$ 1'080,000.00 pesos

Colocación e instalación de tubería por m.:

420 m. x 20,000 = \$ 8'400,000.00 pesos

Costo de carro volteo 7 m³ por acarreo de material de desecho \$ 100,000.00 pesos, no se cuantifica por la variación volumétrica de los diferentes estratos a encontrar en la profundidad de la tierra y la compactación que existe en -- las paredes del pozo por la acción de la barrena.

Tomando en cuenta todos los precios del mate---rial y mano de obra, se tiene un costo total para la elabora---ción de un pozo con tubería, bomba y tanque elevado, sin consi---derar su distribución, de:

\$ 515'729,473.00 pesos M.N.

Referente al subsidio del proyecto, será presentado en un momento dado de aceptación, ante las Secretarías de Estado y/o las Empresas Privadas para que aprueben si se llevare a cabo o no, conforme al estado de economía posibles para - solventar la cantidad anteriormente presupuestada, con la salvedad de ajustar tiempo, mano de obra, maquinaria y tipo de material.

A N E X O S



**PROVEEDORES INDUSTRIALES
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

8 71 07 85

Hoja de presupuesto otorgada por la compañía -
"JR PROVEEDORES INDUSTRIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS", a soli-
citud del interesado:

- 1.- Precio de la bomba centrífuga y trifásica -
de 150 C.V.
\$ 27'610,000.00 pesos M.N.

- 2.- Precio de tubería de fierro fundido (fo. --
fo.)
D = diámetro
D = 102 mm. \$ 50,000.00 pesos
D = 203 mm. \$115,000.00 pesos

- 3.- Accesorios, con un D = 102 mm.
Válvula de compuerta \$135,000.00 pesos
Válvula Check \$183,000.00 pesos
Codo de 90° \$ 61,000.00 pesos

Lista de precios de material para construcción otorgada por la empresa "AMADECO S.A. DE C.V." para fines del interesado:

Cemento puzolánico tipo c-2 normal.	\$	240,000.00 ton.
	\$	12,000.00 bulto.
Metro cúbico de agregados	\$	40,000.00 m ³ .
Varilla sicartsa AR-42 3/8 x 12 m.	\$	1'600,000.00 ton.
	\$	14,000.00 pza.
Varilla Sicartsa AR-42 1/2 x 12 m.	\$	1'600,000.00 ton.
	\$	24,000.00 pza.
Alambre recocido	\$	3,800.00 kg.
Alambón de 1/4	\$	2,900.00 kg.
Estribos	\$	3,200.00 kg.
Tepetate, carro de volteo 7m ³	\$	160,000.00 carro.
Impermeabilizante Vaportite 550	\$	92,500.00 cubeta
Impermeabilizante Festergal 5kg.	\$	10,000.00 bolsa.
Piedra para cimiento 7m ³	\$	200,000.00 carro.

Mano de obra:

A) Metro lineal de mampostería	\$	20,000.00 m.
B) Metro de cadena de desplante	\$	20,000.00 m.
C) M ² de relleno de tepetate y piso colado con armado	\$	60,000.00 m ² .
D) M ² de colado (incluye cimbra y armado)	\$	35,000.00 m ² .
E) Colocación e instalación de tubería por metro.	\$	20,000.00 m.

CAPITULO SEXTO

" CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES "

6.1.- BALANCE TECNICO Y ECONOMICO

6.2.- RECOMENDACIONES

CAPITULO SEXTO

" CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES "

6.1.- BALANCE TECNICO Y ECONOMICO

En consecuencia del estudio realizado, se procederá a concluir este trabajo, haciendo un balance técnico y económico en el que se determinará la aceptación del proyecto para satisfacer las necesidades de la población en tiempo actual o futuro.

Técnicamente, en el proyecto se distinguen alternativas para el suministro de agua potable al poblado de Santo Tomás municipio de Zempoala en el Estado de Hidalgo; alternativas que fueron propuestas en base al enfoque hidrológico aplicado al lugar en estudio, presentando la posibilidad de suministro de agua potable conforme a los estudios e investigaciones realizados, percatándose de la necesidad de aplicar un proceso técnico a través del cual se realicen los análisis adecuados para definir el principio y el fin del proyecto.

Económicamente, el proyecto será redituable después de transcurrido algún tiempo, en el que la población conjuntamente con los demás poblados aledaños adquieran la suficiente estabilidad económica, política y cultural, logrando el desarrollo deseado de todos los Estados de nuestro país.

Es indiscutible, que la inversión por el momento es difícil de cubrir, sin embargo, bajo el proceso técnico elegido y la buena administración se obtendrá como resultado un balance técnico y económico equitativamente bien establecido, para tal efecto se requiere de mucho trabajo tanto de la

Ingeniería Civil como de otras ciencias para realizarlo. De -- tal forma se irá cubriendo paulatinamente la aplicación de cada conocimiento técnico y los gastos generados en ello.

Una vez determinado que es mínimo el suministro de agua para este poblado, se concluye que es sumamente indispensable la intervención de la Ingeniería y del Estado para -- proporcionar disponibilidad de recursos que logre por lo menos la subsistencia de la gente radicada en ese lugar.

Asimismo se da margen a seguir estudiando e investigando las soluciones a los problemas similares a éste, para que en un futuro se logre que México sea uno de los países más desarrollados en el mundo.

6.2.- RECOMENDACIONES

La importancia de un proyecto de cualquier tipo, es la realización del mismo y en base a ello la aceptación de la costeabilidad, es entonces, cuando se piensa qué tan eficaz llegase a ser un proyecto realizado por un futuro profesionalista.

Por lo anterior, se reconoce que este trabajo puede ser mejorado y por tanto se recomienda lo siguiente:

Refiriéndose en principio a los estudios realizados, en cuanto más profundos sean, serán mejores, para que las alternativas propuestas, en base al estudio hidrológico de terminen el suministro de agua y se defina cuál alternativa será mejor, o que otra posibilidad se puede presentar.

Una de las alternativas de este trabajo es la perforación de un pozo, en la que se sugiere un estudio geohidrológico minucioso para ajustar variables que en este proyecto se presentan.

La otra alternativa, que es la extracción de agua de la laguna de Tecocomulco, se considera en segundo término, dado que ya existe explotación de ella de los poblados más cercanos, únicamente se tomará en cuenta como alternativa de programa emergente.

Es lógico pensar que al introducirse en el estudio de este proyecto se deberán conocer las características socio-económicas de la población, sin embargo, se hace hincapié en ello, porque posee la energía suficiente para desarrollarse en el momento que la dotación de agua sea la adecuada y no la escatimada como hasta ahora lo ha sido.

Es el momento de dar término a la sencilla investigación de uno de los problemas existentes en nuestro país, esperando que haya quedado entendido el objetivo de este trabajo, así como las alternativas propuestas para la determinación del suministro de agua potable para el poblado de Santo Tomás, municipio de Zempoala en el Estado de Hidalgo.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Fair, Geyer y Okun "Abastecimiento de Aguas y Remoción de Aguas Residuales"
Editorial Limusa. Edición 1a.
Volumen I. México D.F. 1983.
- 2.- Gilberto Sotelo Avila "Apuntes de Hidráulica I"
U.N.A.M.
División de Ingeniería Civil,
Topográfica y Geodésica.
Departamento de Hidráulica.
- 3.- Gilberto Sotelo Avila "Hidráulica General"
Editorial Limusa. Edición 1a.
Volumen I. México D.F. 1985.
- 4.- Hallmark, Dasel "Proyecto de presas pequeñas"
Editorial Limusa. Edición 5a.
Volumen II. 1970.
- 5.- Linsley, Kohler, Paulus "Hidrología para Ingenieros"
Editorial Mc Graw Hill.
Edición 2a. México D.F. 1985.
- 6.- Victoria Andrade, Natalia
García, Homero Sanchez,
Hector Valle "Geografía"
Editorial Trillas.
Edición 2a. México D.F.
Junio de 1978.