

8
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“Sistema de captación de agua para irrigación en
Chilpancingo, Guerrero.”

T E S I S

Que para obtener el título de:
Ingeniero Civil

presenta:

Eric Gustavo Bautista Godínez.
Tomás Bautista Godínez.



Director de Tesis: Ing. Juan Carlos Fernández
Casillas

Ciudad Universitaria, D.F. diciembre 1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

269148



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTII/064/98

Señor
ERIC GUSTAVO BAUTISTA GODINEZ
TOMAS BAUTISTA GODINEZ
Presentes

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. JUAN CARLOS FERNANDEZ CASILLAS**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

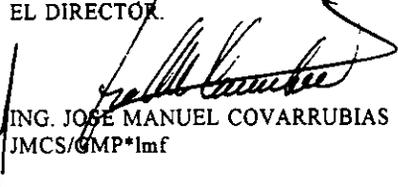
" SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA PARA IRRIGACION EN CHILPANCINGO GUERRERO "

- INTRODUCCION**
- I. ANTECEDENTES**
- II. PROBLEMÁTICA ACTUAL**
- III. ANALISIS Y SELECCION DEL SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA**
- IV. CONSTRUCCION DEL SISTEMA SELECCIONADO**
- V. IMPACTO AMBIENTAL**
- CONCLUSIONES**

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberán prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 29 de abril de 1998.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS/GMP*lmf

A la memoria de nuestro Padre

*A nuestra madre Tomy,
A nuestros hermanos Oscar y Carmen*

A la Familia Velázquez Jiménez

A mis amigos los 14

A mi maestro el Ingeniero Jaime Torres Herrera quien me ha ayudado a dar pasos firmes y apoyo para la terminación de mis estudios de licenciatura.

Y al Ingeniero Juan Carlos Fernández Casillas por la confianza brindada para la realización de este trabajo.

Y a ti alguien que amo y aún no conozco

OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al desarrollo de la producción agrícola en las zonas temporales para elevar el nivel de producción mediante un sistema de captación de agua.
- Promover el desarrollo agrícola del Distrito, buscando aumentar el ingreso de los productores, como es la alimentación, vivienda, educación tanto de ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios.

En cada Distrito los objetivos específicos variarán de acuerdo con las actividades agrícolas que realizan sus productores, pudiendo ser: la producción de maíz , frijol, hortalizas, jitomate, tomate, chile, garbanzo, etc.

ASPECTOS GENERALES

En condiciones actuales de desarrollo no es capaz de absorber toda la fuerza de trabajo existente en el medio rural con ocupación permanente y bien remunerada. El minifundismo muy extendido en el distrito de Chilpancingo tiende a disfrazar la ocupación rural.

Otros aspectos que inciden en que este sector productivo se vea desestimulado por absorción de mano de obra hacia otros sectores son:

Problemas de organización social de la producción, tenencia de la tierra, características físicas, orográficas y estructurales del suelo del estado.

De todo esto resulta imprescindible encontrar alternativas de empleo en otros sectores, principalmente en el forestal en el que el estado tiene grandes recursos naturales no aprovechados.

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

I ANTECEDENTES

1.1. ENTORNO GEOGRÁFICO	1
1.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	1
1.1.2. ASPECTOS HIDROLÓGICOS	6
1.1.3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	8
1.2 ENTORNO SOCIAL	11
1.2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL ESTADO DE GUERRERO	11
1.2.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MUNICIPIO DE CHILPANCINGO	12

II PROBLEMÁTICA ACTUAL

2.1. FORMAS DE PRODUCCIÓN	17
2.1.1 RÉGIMEN DE LA TENENCIA DE LA TIERRA	17
2.2. DESARROLLO SOCIAL	20
2.2.1. DATOS ESTADÍSTICOS DE POBLACIÓN	20
2.2.2 FORMAS DE VIDA DEL MUNICIPIO DE CHILPANCINGO	24
2.3. INVERSIÓN AGRÍCOLA	26
2.4.1 INVERSIÓN AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE CHILPANCINGO	26

III. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA

3. GENERALIDADES	27
3.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO	28
3.1.2 AGUAS SUPERFICIALES	30
3.1.3. AGUAS SUBTERRÁNEAS	30
3.2. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN	32
3.3. NECESIDADES DE AGUA REQUERIDA	34
3.3.1. NECESIDADES DE AGUA	36
3.3.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO	37
3.3.3. ABSORCIÓN DE AGUA	37
3.4. DISEÑO DE POZOS	38
3.4.1. ADEME	39
3.4.2. ESPESOR DEL ADEME	41
3.4.2. SECCIÓN DE ADMISIÓN	44
3.4.3. FILTROS	45
3.5. REHABILITACIÓN DE LOS POZOS	46
3.6. TRATAMIENTO DE POZOS	49
3.7. CONDUCCIÓN	50
3.7.1. TUBERÍAS USADAS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	50
3.7.2. TUBERÍAS DE ASBESTO CEMENTO	50
3.7.3. TUBERÍAS DE PLÁSTICO: POLIETILENO Y CLORURO DE POLIVINILO (PVC).	51
3.7.4. TUBERÍAS DE ACERO	53
3.8. RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE LA TUBERÍA	56
3.9. FACTORES A CONSIDERAR EN UN PROYECTO DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN	57
3.10. METODOLOGÍA DE DISEÑO	58
3.10.1. SISTEMA DE BOMBEO	59
3.10.2. CÁLCULO DE TUBERÍAS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO	60
3.10.3. INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO	60
3.11. EVALUACIÓN PARA LA SELECCIÓN FINAL	63

IV. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA SELECCIONADO	66
4.1 CONSTRUCCIÓN DE POZOS	66
4.1.1 TUBOS HINCADOS	66
4.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO SISTEMA DE BOMBEO	67
V. IMPACTO AMBIENTAL	74
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

El continuo crecimiento de la población de las zonas rurales y urbanas ha generado una serie de situaciones que obligan a crear nuevas formas de subsistir.

Ante este panorama hemos decidido coadyuvar al desarrollo y a la transformación de las formas de vida del Municipio de Chilpancingo de los Bravo, desarrollando la parte técnica de captación de agua para el desarrollo de un distrito de riego, del cual un potencial fuerte puede ser el cultivo de hortalizas que para nuestro caso es el cultivo de jitomate, que por experiencia es el más redituable en éste lugar, este tipo de cultivo no requiere áreas extensas para obtener beneficios económicos altos; cabe señalar que la forma de producción actualmente es de manera rudimentaria.

Las partes fundamentales analizadas son el entorno social integrado por la forma de vida del municipio, las formas de producción y servicios. La imperante necesidad de aprovechar los recursos naturales con que cuenta este valle, así como la infraestructura de pozos sin explotarlos de una manera sistemática.

Para aprovechar lo antes mencionado hemos considerado una estructuración de cinco capítulos. En el capítulo primero se hace mención del entorno geográfico, el entorno social. En el capítulo segundo analizamos la problemática actual de las formas de producción, desarrollo social e inversión agrícola, esto con el objeto de conocer las necesidades y potenciales de producción de la región. En el capítulo tercero se detectan los recursos naturales con que cuenta el lugar como es la fuente de captación, la superficie útil para irrigación, así como el diseño de la infraestructura haciendo análisis técnicos del diseño de líneas de conducción y selección de equipo de bombeo para aprovecharlos en cuanto a agricultura se refiere. El cuarto capítulo presenta una metodología de construcción de pozos, y los lineamientos que debe seguir el procedimiento constructivo del sistema de captación y de bombeo. En el capítulo quinto se hace referencia al impacto que tendrá la construcción y operación en el medio ambiente.

I ANTECEDENTES

1.1. ENTORNO GEOGRÁFICO

1.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El estado de Guerrero se localiza al sur de la República Mexicana sobre la costa del pacífico, tiene una superficie de 63,794 km² lo que representa el 3.3% del territorio del país y lo sitúa por su extensión en el 14º lugar a nivel nacional, limita al norte con los estados de México y Morelos, al noroeste con Michoacán, al noreste con Puebla, al este con Oaxaca y al sur con el Océano pacífico. Fig. 1.1

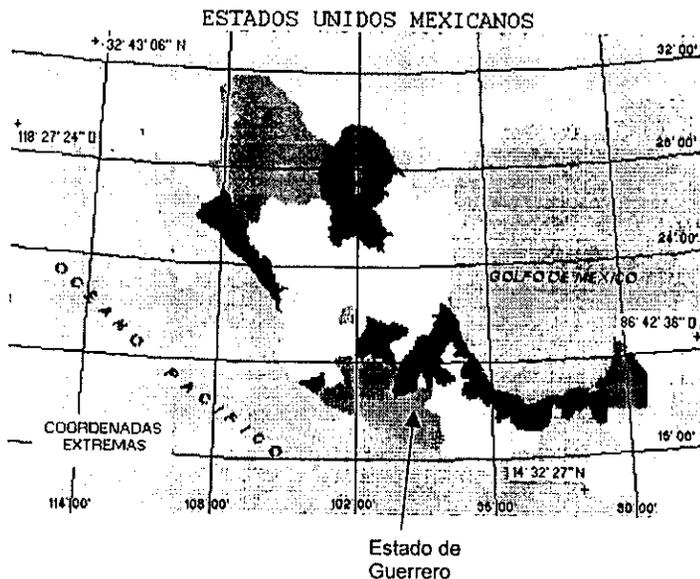


Fig.1.1 República Mexicana, (Estado de Guerrero)

Su territorio esta dominado en su mayor parte por la provincia fisiográfica de la sierra madre del sur (95%), así como por la llanura costera del pacífico.

La superficie estatal por uso actual del suelo se divide en 17.4% agrícola , 37.1% ganadero, 29.1% forestal, 0.2% pesquero y 16.2% a otras actividades.

El estado está integrado por 76 municipios y dividido en 7 regiones económicas : Costa Grande, Costa Chica, Tierra Caliente, Centro, Montaña, Zona Norte y Acapulco, para la SAGAR está dividido en 6 distritos de desarrollo rural.

El municipio de Chilpancingo se encuentra localizado de acuerdo a las coordenadas geográficas extremas al norte 17°37', al sur 17°10' de latitud norte; al este 99°23' y al oeste 100°04' de longitud oeste.

Con respecto al porcentaje territorial del Estado, el municipio de Chilpancingo de los Bravos, representa el 3.4% de la superficie del estado, y sus colindancias son: al norte con los municipios del general Heliodoro Castillo, Leonardo Bravo, Eduardo Neri y Tixtla de Guerrero, al este con los municipios de Tixtla de Guerrero y Mochitlán; al sur con los municipios de Mochitlán, Juan R. Escudero, Acapulco de Juárez y Coyuca de Benítez; y al oeste con los municipios de Coyuca de Benítez y Gral. Heliodoro Castillo, fig. 1.2. En la tabla 1.1 se localizan los datos de ubicación de las localidades principales del municipio de Chilpancingo, Gro.

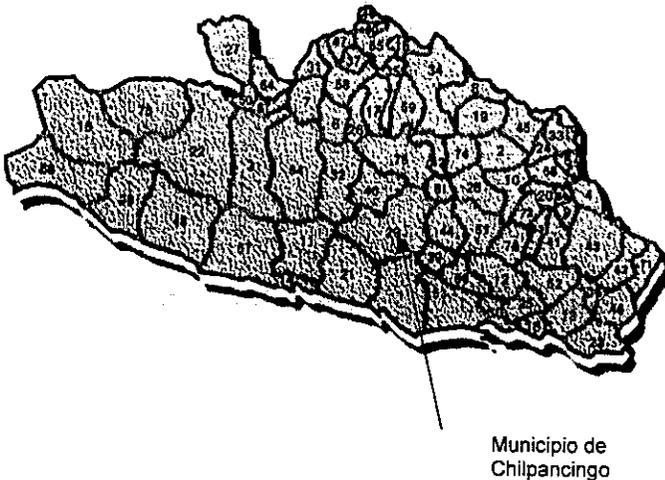


Fig. 1.2 Municipios del Estado de Guerrero

LOCALIDADES PRINCIPALES					
NOMBRE	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		ALTITUD
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	msnm
(a)	(b)		(b)		(b)
Chilpancingo de los Bravo*	17	33	99	29	1300
El Ocotito	17	15	99	31	700
Las Petaquillas	17	29	99	27	1160
Mazatlán	17	26	99	28	1280
Jullán Blanco	17	13	99	32	640
Palo Blanco	17	24	99	28	1160
Jaleaca de Catalán	17	27	99	52	760

*Cabecera Municipal

msnm: metros sobre el nivel del mar

FUENTE: (a) INEGI. Guerrero. Resultados Definitivos, Datos por Localidad (Integración Territorial), XI Censo General de Población y Vivienda

Tabla 1.1 Localidades principales del Municipio de Chilpancingo

Orografía

La orografía del Municipio es intrincada y difícil ya que sus terrenos están apoyados en la Sierra Madre del Sur, por lo que es bastante montañoso, de tal manera que obstaculiza naturalmente las vías de comunicación terrestre indispensables y básicas para el desarrollo general de las comunidades rurales; no obstante eso, cuenta con algunos terrenos fértiles. Sus alturas principales son: los cerros de Tepoztepec, el Culebreado, el del Toro, el del Alquitrán, el Cerro Grande de 1800 m y otros, ver Tabla 1.2; tiene también un regular número de precipicios como el Salto Valadez que tiene una leyenda especial junto a la Loma de Santa Rosa, en donde se observan vestigios de una erupción volcánica.

ELEVACIONES PRINCIPALES					
NOMBRE	ALTITUD	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE	
		<i>msnm</i>	<i>Grados</i>	<i>Minutos</i>	<i>Grados</i>
Cerro Ahujote Grande	2920	17	28	99	39
Cerro Alquitrán	2680	17	24	99	31
Cerro Tlacotepec	2520	17	29	99	58
Cerro Bordo Alto	2320	17	36	99	35
Sierra el Camotal	1960	17	17	99	48
Cerro El Toro	1680	17	18	99	32
Cerro Bordo Grande	1520	17	28	99	43
Cerro El Campito	1480	17	22	99	54
Cerro La Culebra	1200	17	14	99	32
Cerro El Jabali	1080	17	19	99	34

Fuente: CGSNEGI. Carta Topográfica. 1:50000

Tabla 1.2. Principales elevaciones del Municipio de Chilpancingo

Climas

Existen en el municipio prácticamente todos los tipos de climas, por tener partes altas y diversas conformaciones topográficas, pero indiscutiblemente predominan los climas semi cálidos o templados en las partes bajas con lluvias moderadas.

En las partes montañosas como es la Sierra Madre del Sur, que atraviesa el municipio, el clima es templado y húmedo con estación seca de 4 a 6 meses, ver Tabla 1.3.

CLIMAS

TIPO O SUBTIPO	SIMBOLO	% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL		
Cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad	A(w2)	38.7		
Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano	Acm	35.3		
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media	ACw1	13.2		
Templado húmedo con abundantes lluvias en verano	C(m)	8.2		
Templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad	C(w2)	4.6		

Fuente: CGSNEGI. Carta de Climas. 1:1000 000

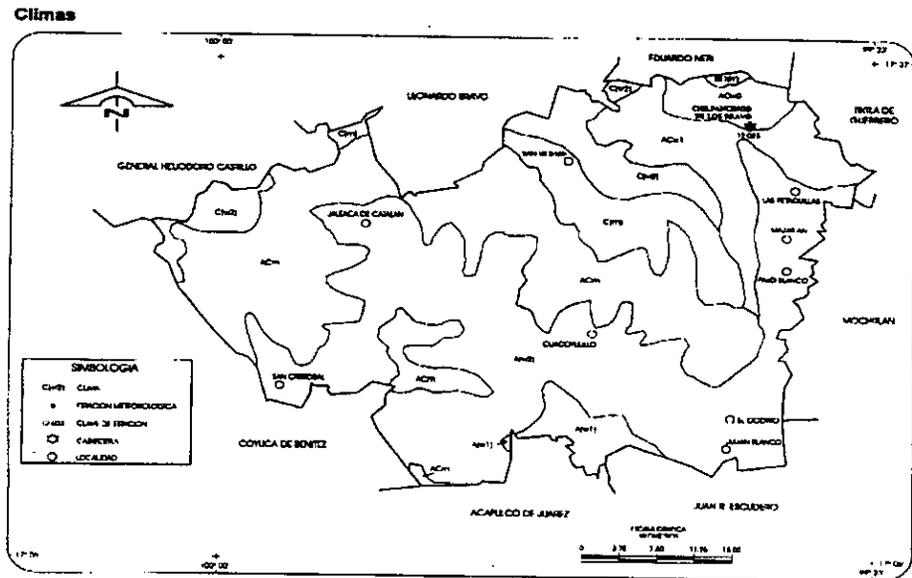


Tabla 1.3. Simbología de climas predominantes en el Municipio de Chilpancingo

En términos generales puede decirse que en este municipio los climas oscilan entre 21.4°C, anual y máximo 37°C anual y mínimo 6.5°C. Su promedio es más bajo que el de Taxco y sus máximos no son mayores.

Vientos

En el municipio de Chilpancingo, soplan día y noche los aires del Este y Sureste, que suben de la costa a enfriarse en la sierra, gracias a su gran ventilador de la cañada de Tepechicotlán y los valles de Quechultenango y Mochitlán por donde se encausan a manera de embudo saliendo por Petaquillas para continuar valle arriba del río Huacapa.

En Chilpancingo se han podido registrar vientos dominantes casi permanentes y moderados con una velocidad media de 7.1 m/seg. Casi todo el año, que soplan predominantemente del Este y del Sur.

Los vientos de la Sierra son generalmente moderados de 2 a 3 m/seg casi todo el año, como en el caso de Iguala que sopla el viento del Oeste.

1.1.2. ASPECTOS HIDROLÓGICOS

Los elementos meteorológicos de la zona, condicionan la localización de los tres climas dominantes, con lluvias en verano, cálido semiseco y seco en las partes más bajas de la Cuenca del Balsas, donde las temperaturas alcanzan valores medios muy elevados, Huamuxtítlán, por ejemplo en uno de los valles encajados, registra 26.3°C o el Cañón el Zopilote donde se sobrepasan los 28°C, cálido subhúmedo en las laderas de la Sierra Madre del Sur, temperaturas que varían entre 22°C y 24°C, en Chilpancingo, a 1350 m se reporta una temperatura de 21.4°C; y por último templado subhúmedo en alturas superiores a 2000 m cuyos promedios oscilan entre 12°C y 18°C, la oscilación térmica anual, menor de 7°C, es poco relevante.

Las variaciones espaciales del clima en esta zona se encuentran directamente relacionadas con la orientación general del relieve y se reflejan, con nitidez, en la distribución asimétrica de las precipitaciones, que permite distinguir tres sectores pluviométricos; la vertiente oceánica de la Sierra Madre del Sur, la más lluviosa, donde los promedios oscilan entre 1200 y 1500 mm como en Tierra Colorada, que recibe 1117.9 mm al año, el cerro Tepehuaje reporta 1430 mm para alcanzar el óptimo pluviométrico, 2500 mm, en las mayores alturas del extremo sureste de este conjunto orográfico, en torno a los 2000 m, en las inmediaciones del Cerro Cuate; la vertiente norte regada en menor cuantía, recibe precipitaciones inferiores a 1200 mm., como Chilpancingo, con 938.1 mm; por último, el área del Balsas y sus valles encajados donde se registran los

volumenes pluviales más reducidos en torno a 700 mm y alrededor de 686.5 mm en el Cañón del Zopilote, ver Tabla 1.4.

**PRECIPITACION MENSUAL Y ANUAL PROMEDIO EN MILIMETROS
POR ESTACION METEOROLOGICA**

MES	ESTACION								
	Jaleaca	Sta. Bárbara	P. Blanco	Coacoyulillo	El Coatepin	Chilpo.	Chilpo.	Chilpo.	San Vic.
Enero	17.9	21.0	15.7	15.0	23.3	4.5	16.7	19.4	32.2
Febrero	12.7	8.2	2.2	1.9	9.4	2.3	1.6	1.7	7.9
Marzo	12.0	6.6	1.9	0.5	10.5	2.8	1.2	2.0	12.4
Abril	25.3	19.3	13.5	4.4	27.4	8.2	19.8	18.8	15.2
Mayo	72.8	76.4	47.7	28.5	89.6	62.6	62.4	61.0	74.9
Junio	320.7	322.7	219.5	182.2	414.2	145.7	192.1	157.8	340.5
Julio	405.5	409.5	279.6	347.3	567.1	190.0	213.3	192.0	293.5
Agosto	372.2	373.2	227.6	231.3	498.7	155.0	142.9	143.2	318.2
Septiembre	382.6	468.7	283.3	191.1	516.9	175.1	184.9	174.6	409.3
Octubre	139.6	199.5	95.5	84.2	221.3	64.5	70.6	71.3	160.9
Noviembre	44.8	60.6	29.6	9.9	36.6	16.1	29.4	21.7	51.5
Diciembre	9.2	15.1	1.9	3.7	8.4	7.5	3.3	2.4	7.9
Anual	1815.3	1980.8	1218.0	1100.0	2423.4	834.3	938.2	865.9	1724.4
Años de obs.	15	13	22	16	13	34	22	23	20

Tabla 1.4. Precipitaciones por estaciones meteorológicas

Elo significa, si se considera la distribución de las temperaturas, que en las zonas interiores más cálidas se reduce al máximo la disponibilidad de lluvia, mientras en las unidades montañosas, las precipitaciones permiten mantener el suelo húmedo la mayor parte del año.

1.1.3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

PRECAMBRICO.-

Las rocas más antiguas se encuentran al sureste del estado; se trata de gneis bandeados y metamorizados del Precámbrico, pertenecientes al complejo Oaxaqueño. De manera general, puede decirse que la mayor extensión de estas rocas está situada desde los poblados de San Marcos y Cruz Grande, hacia el este, hasta continuarse en el estado de Oaxaca y se extienden más al norte de Tlacoapa y Malinaltepec y por el sur llegan hasta el Océano Pacífico, el este de Copala y Punta Maldonado.

PALEOZOICO.-

Al noroeste del estado, en la región de La Montaña, se encuentra una extensión de rocas metamórficas que se desarrollan a partir del poblado de Ahuacutzingo hacia el noroeste, internándose en el estado de Puebla. Estas rocas pertenecen al complejo Acatlán, el cual se ubica estratégicamente en el período Cámbrico del Paleozoico Inferior, se trata de depósitos marinos deformados y metamorizados por una orogenia del tipo alpino. Estas rocas constituyen la base sobre la cual se asienta, de manera discordante, la plataforma Morelos-Guerrero.

MESOZOICO.-

Yaciendo en discordancia con las anteriores rocas del período Cámbrico, se encuentran lutitas, areniscas y conglomerados del Triásico-Jurásico, al noroeste de Zitlala. Al sur de Quechultenango, entre Cualac y Olinalá, así como al noroeste de esta última localidad, existen lutitas y areniscas del Jurásico Inferior y Medio. También del Jurásico son los esquitos y gnesis que se desarrollan en ambas costas y al sur de la región central del estado y que pertenecen al complejo Xolapa.

El evento tectónico más antiguo fue reconocido en el Jurásico por medio de los métodos Urani-Plomo. Estas rocas del complejo Xolapa presentan batolitos graníticos intrusivos del Mesozoico Superior y aún del Cenozoico. Los troncos intrusivos ácidos

forman el anfiteatro de Acapulco. Aparecen en el norte de Atoyac de Alvarez, en alrededores de Tierra Colorada junto al Km. 55 de la carretera estatal México-Acapulco y entre Teconapa y Ayutla, así como en una gran extensión de la Costa Grande que comienza en Tecpan de Galeana y se extiende hacia el noroeste.

CENOZOICO.-

En el Cenozoico se produce un cambio fundamental con neta preponderancia de depósitos sedimentarios continentales en el norte y occidente del estado.

Existe una serie de rocas llamadas El Grupo Balsas, que son rocas de litología extremadamente variada, cuyos afloramientos en el estado se distribuyen en manchones irregulares por la mitad norte de la entidad en una franja extendida en sentido noroeste-sureste, desde el límite con Michoacán hasta Oaxaca.

TERCIARIO.-

Todos los autores coinciden en señalar una edad Eocénica Superior-Oligocénica Inferior para estos depósitos que en sus conglomerados muestran clásticos y guijas provenientes sobre todo de las formaciones del suelo del estado de Morelos y la población de Mezcala. Por otra parte, la gran variedad de litologías va desde avaporitas y conglomerados de grano grueso, hasta sedimentos clásticos de grano fino, tovas y corrientes lávicas.

Rocas ígneas extrusivas intermedias cubren gran parte del territorio guerrerense, sobre todo en la región de la Tierra Caliente y al norte de la Costa Grande. Estos derramos lávicos asociados al nacimiento del Eje Volcánico Transmexicano datan de fines del Plioceno. Del Terciario Indiferenciado son las rocas ígneas intrusivas ácidas que se presentan en el noroeste del estado en el límite entre las regiones de Tierra Caliente y Costa Grande.

CUATERNARIO.-

Estos depósitos rellenan las partes bajas de los valles, como el de Chilpancingo, Tixtla, Santa Catarina, Huamuxtlán e Iguala. Son el mayor parte depósitos fluviales aportados por las corrientes de drenan dichos valles.

Por lo que se refiere a la sismicidad, es estado se encuentra dentro de la zona conocida como El Cinturón de Fuego del Océano Pacífico, que se caracteriza por ser una de las zonas más sísmicas del planeta ya que aproximadamente en la zona que bordea el Océano Pacífico se libera un 85% del total de la energía producida por los movimientos telúricos o terremotos en el mundo. Estos, así como los volcanes y las orogenias intensas, son fenómenos característicos de los bordes de la placa.

Frente a las costas de la entidad se localiza la llamada Fosa de Acapulco, formando parte de la Trinchera Mesoamericana que alcanza una profundidad de 5,300 metros. Dicha fosa marca la zona donde la Placa Artica (Placa de Cocos), comienza a unirse por debajo de la Placa Continental y poco a poco sus materiales constituidos se integran a la astenósfera.

1.2 ENTORNO SOCIAL

1.2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL ESTADO DE GUERRERO

Marco histórico

Chilpancingo es la capital del Estado de Guerrero y cabecera del municipio del mismo nombre, proviene del idioma Náhuatl y significa "Lugar de avispas", sin embargo, existe otra traducción del Náhuatl formada de las siguientes radicales: Chil = Chile, Pan = Valle, Tzin = Fino, Co = Lugar. Lo cual quiere decir "Lugar de chiles finos, determinándose así su verdadero nombre como "Chilpantzinco".

Se llama Chilpancingo de los Bravo, en honor de los héroes de la independencia nacional: Don Leonardo, Víctor y Nicolás Bravo. Fue fundado el primero de noviembre de 1591, de acuerdo con la cédula real que existe en el Archivo General de la Nación.

Fue erigida en cabecera del Estado el 9 de octubre de 1870; el Congreso General aprobó el 15 de mayo de 1849; la erección del Estado de Guerrero, pero por la invasión que sufría nuestro país en esa época, se pospuso hasta el 27 de octubre del mismo año, a partir de esa fecha nació una nueva entidad, siendo Presidente de la República, el Gral. José Joaquín Hernández de Herrera. Cabe mencionar que al insigne José Ma. Morelos y Pavón correspondió la idea de crear el Estado de Guerrero y para ello expidió un Decreto en el poblado de Tecpan en 1811, dando el nombre de provincia de Tecpan, el cual no llegó a tener vigencia. Posteriormente el Gral. Don Vicente Guerrero, trató de llevar a efecto el ya olvidado propósito de Morelos, más no lo consiguió por diversos motivos y fue el Gral. Don Juan Alvarez quien logró que el 27 de octubre de 1849 se erigiera el Estado Libre y Soberano de Guerrero, el cual se integró con los Distritos de Acapulco, Chilapa, Taxco y Tlapa y así como la Municipalidad de Coyuca, que habían pertenecido los tres primeros al Estado de México, el cuarto al de Puebla y la quinta al Estado de Michoacán.

Así pues, al quedar establecido el Estado de Guerrero (1849) su capital lo fue primero la Ciudad de Iguala, siendo su primer Gobernador el Gral. Juan Alvarez.

Posteriormente en busca de mejor clima se trasladó la capital a la también histórica ciudad de Tixtla en 1850, y finalmente siendo gobernador el Gral. Francisco O. Arce, y en ocasión de que el Gral. Vicente Jiménez se reveló en su contra, se vio obligado a trasladar los Poderes del Estado a la ciudad de Chilpancingo el 9 de octubre de 1870

por medio del Decreto No. 58 perdiendo con ello Tixtla, para siempre, su categoría de capital del Estado.

A partir de ésta fecha Chilpancingo de los Bravo, es cabecera municipal y capital del Estado, lo cual significa que tiene 128 años con ésta jerarquía.

1.2.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MUNICIPIO DE CHILPANCINGO

Haciendo un poco más de referencia histórica, Chilpancingo se encontraba el lugar estratégico para reunirse a discutir los intereses de la región, firmar pactos y lanzar manifiestos. De esa manera, entre el 10 y 14 de noviembre de 1841, se reunió en Chilpancingo la Junta de Notables de todos los pueblos de la región, que hizo patente ante el gobierno de la República el deseo general de separarse del Departamento de México ("Departamento" por funcionar momentáneamente el gobierno centralista presidido por Anastacio Bustamante).

Dada la constante convulsión política que reinaba en el país, hasta el 14 de mayo de 1847 fue aprobada la erección del nuevo Estado Federal por el Congreso y, atendiendo la sugerencia del General Juan Alvarez, se le dio el nombre de Guerrero, en memoria del caudillo que culminó la Guerra de Independencia. Sin embargo, todavía transcurrieron más de dos años para que el decreto correspondiente fuera promulgado, lo cual se hizo el 27 de octubre de 1849, por el presidente don José Joaquín de Herrera, el siguiente 18 de noviembre se designó como capital a la ciudad de Iguala.

Desde el 15 de mayo anterior, se habían fijado las bases de la erección por decreto presidencial, cuyo artículo 1º determina:

"Se erige un nuevo Estado con el nombre de Guerrero que se compondrá de los Distritos de Acapulco, Chilpancingo, Taxco y Tlapa, y la municipalidad de Coyuca, pertenecientes los tres primeros al Estado de México, el cuarto al de Puebla y la quinta al de Michoacán; quedando por límite de éste el río Balsas.

Aunque no hay evidencia de que el asunto no estuviese determinado por conductos oficiales todavía, un estudio de Antonio García Cubas publicado en 1858, al presentar la división territorial del estado de Guerrero, se refiere a Chilpancingo con el nombre de "Bravos" y la cataloga como una localidad perteneciente al Distrito de "Centro", nombre que venía a sustituir al de Tixtla.

Profundamente críticos eran aquellos días en los cuales una joven nación estaba tratando de encontrarse así misma, porque, si bien ya había dejado de ser una colonia española, todavía no había parecido a constituir un país independiente. Se veía una gran inestabilidad política, que no era la causa sino únicamente el reflejo de una intensa búsqueda de definiciones, en la cual todos los valores: tradicionales, populares, morales y políticos, se hallaban en tela de juicio, siguiendo la pauta de la necesidad de una profunda renovación, de romper con el pasado y ensayar nuevos caminos hacia nuevos rumbos. Así como durante la Conquista los europeos, para imponer su cultura, intentaron arrancar las raíces prehispánicas, borrar el origen y el pasado de los pueblos sojuzgados y ni en trescientos años de dominio lo consiguieron, así también, en 1850, apenas incorporada la nación a la vida independiente, tal vez presuponiendo que era ése el camino para conquistar la libertad, se quería borrar de un plumazo todo lo que fuera anterior al 16 de septiembre de 1810.

En Chilpancingo, la inquietud de rendir homenaje a la familia Bravo, que, siendo oriunda de la localidad, se había distinguido en la Guerra de Independencia, y el deseo consecuente de ostentar de algún modo ese legítimo orgullo local, eran el fundamento para subsistir el nombre original por el de "Bravos"; sin embargo, pese a la legitimidad de la intención, se estaba recurriendo a un medio equivocado para cumplirla, y eso el tiempo lo demostraría.

Mientras tanto, el General Juan Alvarez gobernó el Estado de Guerrero hasta el 30 de octubre de 1853, dejando la batuta en manos del General Tomás Moreno, quien fue quien cambió a Chilpancingo la sede de los poderes estatales, al declararse una epidemia en Tixtla.

El decreto promulgado por el Emperador Maximiliano el 3 de marzo de 1865, con fundamento de un estudio realizado por Manuel Orozco y Berra, dividió al país en 50 departamentos, en el Estado de Guerrero se determinaron dos: el de Acapulco con capital en su puerto; y el de Guerrero con capital en Chilpancingo, lo anterior se agrega a las evidencias de la importancia estratégica que su ubicación geográfica concede a la localidad.

Restaurada la República, la Legislatura local promulgó el decreto del 7 de octubre de 1870, dándole el nombre oficial de "Chilpancingo de los Bravos" específicamente en honor de don Leonardo Bravo y de su hijo Nicolás.

Nuevamente reunida la Legislatura local en 1872, ésta vez para determinar la sede definitiva de la capital del Estado de Guerrero, por iniciativa del gobernador don Francisco O. Arce, se decidió otorgarla a Chilpancingo de los Bravo.

Congreso de Anáhuac.

Chilpancingo fue teatro de numerosos acontecimientos históricos durante la guerra de Independencia, de los cuales se mencionan los más importantes por su trascendencia nacional.

Fue ilustre asiento del primer Congreso Mexicano conocido por "Primer Congreso de Anáhuac" el cual fue celebrado en su iglesia de Santa María de la Asunción, por el Generalísimo Don José Ma. Morelos y Pavón, el 13 de septiembre de 1813, donde leyó sus célebres Sentimientos a la Nación y donde también fue asiento del Palacio Nacional.

El Acta de la Independencia

El 6 de noviembre de 1813, al terminar las sesiones del referido Congreso, don José Ma. Morelos y Pavón declaró la Independencia Nacional y posteriormente expidió la constitución de Apatzingán el 22 de octubre de 1814.

Firmaron Acta de la Independencia Nacional, entre otros, los siguientes ilustres personajes de México que son José Ma. Liciaga, Ignacio López Rayón, Antonio José Moctezuma, Carlos Ma. De Bustamante y Andrés Quintana Roo.

Abolición de la esclavitud

Otra gloria histórica de Chilpancingo, es que aquí se expidió el primer decreto de la abolición de la esclavitud conocido en América, por lo que nadie podrá pasar por alto éste noble acontecimiento humano.

Edificio Histórico

El 4 de mayo de 1870, se expidió el decreto autorizando el gasto de \$2,500.00 para comprar a la testamentaria del Gral. Juan Alvarez, un edificio frente a la alameda, el cual ocupó el Instituto Literario del Estado, hoy Universidad Autónoma de Guerrero del que fue su primer Director el Profesor Francisco Granados Maldonado.

Integración del Municipio

El municipio de Chilpancingo, se compone por 278 localidades de diferentes categorías políticas: pueblos, cuadrillas, rancherías y parajes.

Las poblaciones más importantes son: Chilpancingo, Cabecera y Capital del Estado, Mazatlán, El Ocotito, Tepechicotlan, Santa Barbara, San Cristobal, Petaquillas, Palo Blanco, Omiltemi, Jaleaca de Catalán, Esperanza, El Fresno, Coapango, Tlauizapa, Coacoyulillo, Amojileca y San Vicente ver Tabla 1.5.

LOCALIDADES PRINCIPALES					
NOMBRE	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		ALTITUD
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	msnm
(a)	(b)		(b)		(b)
Chilpancingo de los Bravo*	17	33	99	29	1300
El Ocotito	17	15	99	31	700
Las Petaquillas	17	29	99	27	1160
Mazatlán	17	26	99	28	1280
Julián Blanco	17	13	99	32	640
Palo Blanco	17	24	99	28	1160
Jaleaca de Catalán	17	27	99	52	760

*Cabecera Municipal
msnm: metros sobre el nivel del mar
FUENTE. (a) INEGI. Guerrero. Resultados Definitivos, Datos por Localidad (Integración Territorial), XI Censo General de Población y Vivienda

Tabla 1.5. Localidades principales del Municipio de Chilpancingo

Cada pueblo tiene su autoridad, la cual es nombrada por elecciones populares y se denomina Comisario Municipal, que dura un año en el puesto y se auxilia por un Secretario, este cargo no es remunerado sino honorario, sólo con algún porcentaje de las entradas de ingresos en la localidad, se compensa el cargo.

Esta autoridad debe rendir informe anual a su pueblo al terminar sus funciones en forma ampliamente difundida, a todos los ciudadanos, con objeto de que el pueblo conozca la actividad material realizada por sus autoridades municipales, en virtud de que por más atrasadas que se encuentren las comunidades, perciben ingresos por cuotas de cooperación, registro civil, ayudas, etc. Este informe incluso debe publicarse a través de la prensa local y guardarse un ejemplar del mismo en el archivo de la comisaría municipal y entregarse en la biblioteca municipal otro ejemplar que sirva de fuente de consulta estadística directa para todos los ciudadanos que lo requieran.

II PROBLEMÁTICA ACTUAL

2.1. FORMAS DE PRODUCCIÓN

2.1.1 RÉGIMEN DE LA TENENCIA DE LA TIERRA

Nos proporciona las características de propiedad de la tierra, que se debe considerar en la planeación de las obras que se vayan a realizar, así como las afectaciones que sufrirán esas propiedades.

TIPOS DE TENENCIA

Se requiere contar con la información del régimen de tenencia de la tierra, que deberá aparecer en el plano topográfico que sirva de base para la planeación general, en el que se diferenciarán los siguientes tipos de tenencia:

Ejidal

Pequeñas propiedades

Comuneros (Colectiva)

Ejidal

a) Con parcelamiento

Se indicarán los nombres de los ejidatarios y superficies de sus parcelas. En este caso se observará si el parcelamiento existente permite una planeación correcta del riego, desde el punto de vista físico y económico. En caso contrario se deberá proponer y tramitar la modificación de la lotificación existente, ya sea en forma, en superficie o en ambas, de acuerdo con las leyes vigentes que al respecto existen, previa conciliación con los usuarios.

Siempre deberá tenderse a una explotación colectiva y por excepción se permitirá que parte de los derechos sean por explotación individual.

b) Sin parcelamiento establecido

En este caso se promoverá la explotación colectiva definiendo los derechos que le corresponde a cada ejidatario, tomando en cuenta los aspectos sociales y económicos. Se podrá establecer parcelamiento con límite y extensión adecuados al proyecto de riego que deberá tomar en cuenta los mismos aspectos o la combinación de ambas soluciones.

Se deberá conocer la resolución presidencial de dotación del ejido y las ampliaciones posteriores. En este caso de que el beneficio requerirá un número mayor de usuarios el establecido en la resolución deberá consultarse.

Los incisos anteriores relativos a tenencia ejidal con parcelamiento y tenencia ejidal sin parcelamiento rigen también para el caso de régimen de tenencia comunal.

Pequeña propiedad

Se indican nombres de los pequeños propietarios y superficies de la propiedad. Cuando la superficie de la propiedad no está dentro de los límites económicos del proyecto deberá consultarse a Oficinas Centrales para promover la solución que se considere la más adecuada. En estos casos lo indicado en los planos de tenencia deberá ratificarse en el Registro Público de la Propiedad en caso de ser pequeños propietarios se recabarán los documentos que acrediten al futuro usuario como poseedor.

La zona en estudio consta de 417 ha que pertenece a 215 Pequeños Propietarios*, tales propiedades se encuentran en las inmediaciones de Chilpancingo y Petaquillas, que es parte de la cuenca del río Huacapa.

Para este caso, en esa zona no existe el sistema Comunal ni Ejidatarios.

*Registro Público de la Propiedad de Chilpancingo, Guerrero.

2.2. DESARROLLO SOCIAL

2.2.1. DATOS ESTADÍSTICOS DE POBLACIÓN

Analizando la población total, podemos afirmar que ésta ha crecido rápidamente. Así tenemos que el municipio contaba en 1940 con 22,799 habitantes o sea el 3.10 % respecto a la población estatal en este año; en 1950 los habitantes del Municipio sumaban 30,721 equivalentes al 3.34% sobre 919,386 personas del Estado, en 1960 la se incrementará a 35,838 habitantes es decir el 3.02% sobre 1,186,716 personas que contaba el Estado, observándose aquí, que la participación demográfica del Municipio respecto de la estatal registra una pequeña baja considerando su relación porcentual; en 1970 la población municipal se incrementó a 59,087 habitantes lo que representa el 3.70% en relación al total de la entidad que alcanzó la cifra de 1,597,360 personas, en 1980 se tubo 98,266 habitantes, en 1990 se tiene 136,164 habitantes, ver Tabla 2.1.

LOCALIDAD	TOTAL	HOMBRES	%	MUJERES	%
1970					
ESTADO	1,597,360	796,947	49.9	800,413	50.1
MUNICIPIO	59,087	29,439	49.8	29,648	50.2
CHILPANCINGO DE LOS BRAVO	36,193	ND	ND	ND	ND
EL OCOTITO	2,681	ND	ND	ND	ND
LAS PETAQUILLAS	1,736	ND	ND	ND	ND
RESTO DE LOCALIDADES	18,477	ND	ND	ND	ND
1980					
ESTADO	2,109,513	1,050,308	49.8	1,059,205	50.2
MUNICIPIO	98,266	48,060	48.9	50,206	51.1
CHILPANCINGO DE LOS BRAVO	67,498	32,511	48.2	34,897	51.8
EL OCOTITO	4,421	2,184	49.4	2,237	50.6
LAS PETAQUILLAS	2,916	1,481	50.8	1,435	49.2
RESTO DE LOCALIDADES	23,431	11,884	50.7	11,547	49.3
1990					
ESTADO	2,620,637	1,282,220	48.9	1,338,417	51.1
MUNICIPIO	136,164	66,551	48.9	69,613	51.1
CHILPANCINGO DE LOS BRAVO	97,165	46,867	48.2	50,298	51.8
EL OCOTITO	8,819	4,383	49.7	4,436	50.3
LAS PETAQUILLAS	4,420	2,190	49.5	2,230	50.5
RESTO DE LOCALIDADES	25,760	13,111	50.9	12,649	49.1

Tabla 2.1. Población de población representada por Estado, Municipio y Cabecera Municipal

Considerando que hoy la población es mayor existen carencias de todo tipo , sobre todo de fuentes de trabajo y de producción suficiente de alimentos, realmente se debe proceder a crear programas de desarrollo, y el principal con el que debe iniciarse es el de desarrollar la Agricultura en la entidad.

Distribución de la población.

La distribución de la población entre urbana y rural, tiene relación con fenómenos de carácter político y económico, es decir, es una división de categorías sociales en las que la mayor parte de la población se concentra en las zonas urbanas (Fig 2.2), en este caso, en la cabecera municipal, donde existen más o menos los servicios públicos elementales y la menor parte de la población, que es la rural y marginada de dichos servicios, se localiza en los poblados menores o rurales.

Población total en las principales localidades del Municipio de Chilpancingo

Chilpancingo	71.4
El Ocotito	6.5
Las Petaquillas	3.1
Mazatlan	1.4
Julián Blanco	1.3
Jaleaca de Catalán	1.2
Resto de localidades	11.9

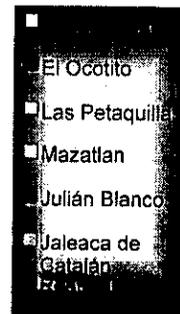
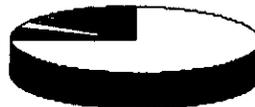


Fig. 2.2. Población total en las principales comunidades del Municipio

En realidad, se pueden considerar como población rural, a todos aquellos núcleos que habitan en localidades en las que la actividad predominante es la agricultura y que carecen de servicios públicos elementales como el agua, luz, drenaje, pavimento y otros.

En lo que respecta a la población total del municipio, se observa que mientras la población rural tiende a la baja conforme pasa el tiempo, la urbana tiende al aumento, lo que significa que la población rural va emigrando a la ciudad o núcleos urbanos, ver Tabla 2.3.

Año	Total	Rural	%	Urbana	%
1940	22,729	13,895	61.13	8,834	38.87
1950	30,721	18,048	587.75	12,673	41.25
1960	35,838	17,816	49.71	18,022	50.29
1970	59,087	22,894	38.75	36,193	61.25
1980	98,286	19,932	20.3	78,333	79.7
1990	136,164	21,513	15.8	114650	84.2

Tabla 2.3. Población rural y urbana del municipio en relación con su población total

Tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento natural de la población que resulta de la diferencia entre la tasa de la natalidad y la de la mortalidad, ha experimentado una tendencia al aumento, debido a reducciones en las tasas de mortalidad, por mejoras sanitarias y el registro de nacimientos.

En 1970, la tasa media de crecimiento natural de la población del Estado llegaba al 3.1%, lo que significa un ritmo de crecimiento superior al de la república que fue de 3.5%. Para el municipio de Chilpancingo la tasa de crecimiento media anual fue de 5.3% que es aún más elevada que la del país y el Estado de Guerrero y aún de otros municipios importantes como Iguala, en donde ésta fue del 4.4%; excepción hecha de Acapulco, donde la tasa llegó al 10.9% anual. Para el año de 1980, el crecimiento poblacional de Chilpancingo fue de 3.4% y estatal también fue de 3.4%; para 1995 se volvió a incrementar a 4% respecto al municipal, caso contrario que el estatal se mantuvo a la baja con una tasa de crecimiento de 1.9%.

El crecimiento poblacional se proyecta para el año 2020 usando el método aritmético y logarítmico y se obtiene un promedio de la población de ambos métodos como se muestra en las siguientes dos tablas.

Método aritmético	
Año	Total
1940	22,729
1950	30,721
1960	35,838
1970	59,087
1980	98,286
1990	136,164
2000	174,042
2010	211,920
2020	249,798

Método logarítmico	
Año	Total
1940	22,729
1950	30,721
1960	35,838
1970	59,087
1980	98,286
1990	136,164
2000	188,640
2010	261,339
2020	362,055

Promedio = 305,926 Habitantes

2.2 2 FORMAS DE VIDA DEL MUNICIPIO DE CHILPANCINGO

El nivel de vida de la población, lo determina cuan productiva sea ésta, independientemente la actividad que realice siempre y cuando sea lícita, de tal modo que para mejorar ésta característica marginal deben considerarse el factor intrínseco de educación y modos de vida, que por tal motivo, es imprescindible como motor del desarrollo de una sociedad.

El constante peregrinar de los habitantes de Chilpancingo, buscando mejores niveles de vida, se ven en la necesidad de ir a las grandes ciudades, como el Distrito Federal, otros prefieren emigrar al extranjero en este caso Estados Unidos, en donde al parecer, tampoco mejoran su nivel de vida, no obstante mejoran su ingreso.

Trabajos de servicio

Sin duda, el municipio de Chilpancingo, específicamente hablando de la ciudad capital, tiene características particulares del modo de vida, en el cual resalta, la idiosincrasia de la gente al ser cautivados por una ciudad de migrantes debido a las dependencias gubernamentales, así como también, las instituciones educativas sin embargo, la modalidad de subsistir a la pobreza extrema que embarga, no nada más a la capital sino a todo el Estado de Guerrero, que se le puede agregar la topografía bastante accidentada, son puntos radicales que marcan la pauta para solo poder brindar trabajos de servicio, esto es en pequeños establecimientos comerciales, es el comercio ambulante, trabajos burocráticos dentro del gobierno; muy pocas son las empresas sobresalientes que pueden dar trabajo al sector profesional. Otro punto importante son los servicios que prestan particulares a los estudiantes migrantes de las costas, la tierra caliente, la montaña, y zonas marginadas del centro del Estado.

Cabe señalar, que la gran parte de la mano de obra es empleada en obras civiles del Municipio con un bajo salario, del orden de un salario mínimo diario. Por otra parte, la invasión de empresas de auto-servicio son en la actualidad otra fuente de subsistir, un dato estadístico importante es que el salario mínimo de un trabajador es de 1.4 veces el salario mínimo.

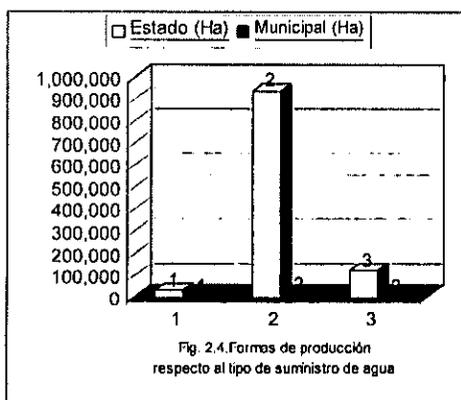
Trabajos de producción

En el municipio de Chilpancingo no existen maquiladoras, fábricas de gran potencial que pueda ocupar la mano de obra que existe en el lugar, es por eso que se da a gran escala el proceso de migración como ya se mencionó. A mediados de los noventa se comenzó el proyecto de producción avícola, pero no floreció y fue declarado en quiebra a mediados de 1996; este efecto fue provocado por la invasión de los productores del estado de Morelos. Otra industria de producción es la de mezcal, pero su forma de producción no ha sufrido transformación alguna desde su inicio, ya que la forma de obtener el agave (maguey) es de una manera rústica, debido a que se cosecha sólo el que es recolectado en las laderas de los cerros, esto es, que no existe un procedimiento tecnológico agrícola para la producción.

Como se ha mencionado anteriormente la ubicación geográfica del Municipio no permite la producción agrícola, agregando también el problema de la insuficiencia de agua para el lugar. En pocas palabras la producción agrícola en el lugar es deficiente hasta para el auto-consumo.

Con datos estadísticos la superficie aprovechable de sólo riego, sólo temporal, riego y temporal es muy marcada la municipal respecto a la estatal ver fig.2.4.

Tipo	Estado (Ha)	Municipal (Ha)
1.- Sólo riego	33,753.47	140.00
2.- Solo temporal	939,021.55	17,441.71
3.- Riego y temporal	124,075.81	3,656.89



2.3. INVERSIÓN AGRÍCOLA

La agricultura en el Estado es fundamentalmente de temporal. En tierras de temporal, la fuerza de trabajo es parte del proceso productivo de la agricultura de subsistencia.

La mano de obra que proviene de otros Municipios o Estados así como los rechazados de Estados Unidos, representan una fuerza trabajadora, la cual constituye la oferta de un mercado eventual localizada en ésta región del país.

En distritos de alta productividad un buen número de peones emigrantes se van quedando en los ciclos agrícolas lo que provoca que se incorporen a la oferta local, hasta un punto tal que se sature el mercado, lo que origina que cuando la oferta es superior a la demanda, no en los períodos que se requieren temporalmente de fuertes masas de peones, sino precisamente en los meses en que decae profundamente la demanda, disminuye la masa de peones que se quedan en la región y empieza el proceso inverso, la región expulsa fuerza de trabajo.

La agricultura campesina descansa en una serie de procesos encadenados: todas las partes de las jornadas de trabajo disponibles por el campesino y su familia, las aplica en cultivar su predio; se consume allí, todo o parte del producto que se extrae para alimentar una y otra vez al productor y su familia, es decir, una forma de producción de auto consumo.

Así la mayoría de las cosechas tienen tres destinos: una parte es para el consumo productivo de la fuerza de trabajo, otra, para semilla con el fin de renovar a la producción de subsistencia y la tercera a veces mínima, destinada para venderse en el mercado.

Es claro que la agricultura se encuentra en un grave problema de financiamiento que conlleva al rezago en cuanto a éste sector se refiere.

2.4.1 INVERSIÓN AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE CHILPANCINGO

El enfoque que damos es precisamente a las 417 ha. que se encuentran localizadas en el valle de Chilpancingo hasta Petaquillas; para no sesgar la información se ha preguntado a algunos de los 215 pequeños propietarios de algunas formas de inversión para la producción agrícola de sus tierras, sin duda, la respuesta fue ¿para qué? Si la excusa que dan los inversionista, ya sea gubernamentales o privados es la ineficiente cantidad de agua.

Por otra parte, por documentales encontrados en archivos en el Distrito rural 54 perteneciente al municipio del Sector Chilpancingo – Petaquillas, la producción que se tuvo al mes de marzo (época de estiaje), fueron 14 ha de las cuales 10 de ellas fueron destinadas a maíz y 4 a jitomate.

III. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA

3. GENERALIDADES

El agua ha sido y seguirá siendo el elemento primordial en el desarrollo y progreso de los pueblos. La historia de la humanidad nos muestra la decisiva importancia que desde el origen de la civilización tuvo el abastecimiento de agua. La función de aldeas en sitios cercanos a lagos o manantiales, es prueba evidente de la milenaria preocupación del hombre por poseer este preciado líquido en cantidad suficiente y calidad para sus distintos usos (domésticos, irrigación, fuente de energía o transportación).

Es pues este elemento, factor determinante en el desenvolvimiento humano de gran utilidad no sólo desde el punto de vista industrial e ingenieril, sino como elemento esencial e indispensable para el ser viviente, particularmente, para que pueda seguir existiendo, desarrollándose y procurando hacer progresar en la que forman parte.

Es indispensable el cuidar que el suministro de agua llene las condiciones físicas, químicas, y biológicas requeridas para garantizar su uso, evitando así, se transforme en vehículo de numerosas enfermedades y deterioro ecológico.

3.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO

El origen de las fuentes de que se sirve el hombre para su desenvolvimiento cotidiano es el Ciclo Hidrológico, es decir, los pasos del agua circulan durante el transcurso del tiempo a través de distintos medios. Tomando como punto de partida la evaporación del agua en la superficie del océano, el agua en estado gaseoso circula en la atmósfera presentando desplazamientos vertical y horizontal. En la atmósfera se condensa y se precipita nuevamente a la superficie, en el océano y en el continente inicia nuevamente el paso evaporación y en la superficie continental llena lagos, se infiltra en el terreno y circula dentro de él para aflorar en áreas de menor elevación o hasta volver de manera subterránea al mar, se retiene en la vegetación y finalmente escurre superficialmente y forma cause desembocando en lagos o vasos de almacenamiento artificiales para su regulación a fin de usarla, o controlar los caudales de escurrimiento para su uso; de la

superficie del terreno se produce la evaporación de agua que transporta la atmósfera junto con la que transpiran los organismos animales y vegetales y el resto vuelve al mar.

Así, gracias al ciclo hidrológico, se encuentran disponibles en la naturaleza las siguientes fuentes de abastecimiento:

- a) *Agua superficial*
- b) *Agua subterránea*
- c) *Agua atmosférica y*
- d) *Agua salada*

Se recurre a las aguas atmosféricas y a las saladas muy raras veces y solamente cuando no existe otra posibilidad ya sea por escasas o de muy mala calidad las aguas subterráneas y superficiales, o también en ocasiones por factores económicos. En el caso de las aguas atmosféricas tienen el inconveniente de que se requiere de obras civiles importantes para recolectarlas y almacenarlas en las cantidades requeridas, por lo que sólo podrán emplearse en poblaciones muy pequeñas. Para el agua salada, la ingeniería Sanitaria ha desarrollado nuevas tecnologías que permiten su desalinización para ser utilizadas como fuentes de abastecimiento de agua principalmente potable, esto por su alto costo de inversión, operación y mantenimiento, tales tecnologías resultan demasiado costosas para el medio en este caso la irrigación y solo se aplican en casos excepcionales.

Por lo tanto hay dos grandes fuentes de abastecimiento de agua potable: Las aguas superficiales y las aguas subterráneas, cada una de ellas con diferentes características como se muestra en la Tabla. 3.1.

Principales diferencias entre aguas superficiales y aguas subterráneas		
Características	Aguas superficiales	Aguas subterráneas
Temperatura	Variable según las estaciones	Relativamente constante
Turbiedad, materias en suspensión .	Variabes, a veces elevadas	Bajas o nulas
Mineralización	Variabes en función de los terrenos, precipitación, vertidos etc.	Sensiblemente constante, mayor que en las aguas de superficie de una misma región.

Principales diferencias entre aguas superficiales y aguas subterráneas		
Características	Aguas superficiales	Aguas subterráneas
Hierro y manganeso	Generalmete ausente excepto en el fondo de los cuerpos de agua en estado de eutroficación	Generalmente presentes
Gas carbónico agresivo	Generalmente ausentes	Normalmente ausente o muy bajo
Amoniaco	Presente sólo en aguas contaminadas	Presencia frecuente sin ser índice de contaminación
Sulfuro de Hidrógeno	Ausente	Normalmente presente
Sílice	Contenido moderado	Contenido normalmente elevado
Nitratos	Muy bajos en general	Contenido a veces elevado
Elementos vivos	Bacterias, virus, plancton	Ferrobacterias
Oxígeno disuelto	Normalmente próximo a la saturación	Normalmente ausente o muy bajo.

Tabla. 3.1. características principales de las aguas subterráneas y superficiales

3.1.2 AGUAS SUPERFICIALES

Las aguas superficiales incluyen ríos, lagos y manantiales. Algunas ventajas obvias de las aguas superficiales son su disponibilidad y que están visibles; son fácilmente alcanzadas para el abastecimiento y pueden ser captadas con relativa facilidad. Las fuentes superficiales tienen típicamente aguas blandas; por estar abiertas a la atmósfera tienen un alto contenido de oxígeno, el cual oxida y remueve el fierro y manganeso en las aguas crudas. Las aguas superficiales están libres de sulfuro de hidrógeno, el cual produce un olor ofensivo.

3.1.3. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las condiciones climatológicas adversas imperantes en vastas regiones de nuestro país, determinan que el agua subterránea sea uno de los recursos más importantes de México: en más del 50 % de su territorio, donde prevalecen los climas desértico o semidesértico, el subsuelo aloja a las principales y a menudo, las únicas fuentes de abastecimiento de agua.

El agua subterránea forma parte de un sistema circulatorio, esquematizado con el ciclo hidrológico, que comprende prácticamente a toda el agua que, en sus diferentes formas líquida, sólida, o gaseosa, se encuentran en movimiento en nuestro planeta; así pues, el agua aflora libremente por hendiduras naturales en forma de manantiales, las otras requieren para su alumbramiento la apertura de vías artificiales, como pozos, galerías trincheras, etc.

Las aguas subterráneas atendiendo a su yacimiento, se pueden dividir en freáticas y artesianas, presentando cada una, características bien definidas que permiten diferenciarlas con precisión. Las primeras no tienen presión hidrostática y circulan en materiales granulares no confinados como arenas, gravas, aluviones, etc, o bien en las fracturas que se presentan en rocas ígneas, todas bien consolidadas. En las segundas el agua confinada está cubierta por material impermeable que evita la conexión hidráulica con las aguas subterráneas de otras capas superiores o inferiores.

Atendiendo a los diversos tipos de obras para la captación de aguas subterráneas, pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- 1.- Captación de manantiales
- 2.- Pozos de poca profundidad, comprendiendo las excavaciones y los tubulares.
- 3.- Pozos profundos y artesianos
- 4.- Galerías filtrantes.

A continuación describiremos los de nuestro interés, ya que manantiales no existen en el lugar, excepto el manantial denominado Acatitlán que es ocupado para abastecer a las Petaquillas población de 5200 hab.

Pozos poco profundos

No es posible fijar una altura límite entre los poco profundos y los de gran profundidad, ya que muchas características son comunes. En general, y de acuerdo con varios autores especialistas puede considerarse que el límite mencionado corresponde a una altura de 30 m.

Pozos Profundos

Las ciudades que consumen agua subterránea disponen ordinariamente de pozos profundos. Estos tienen la ventaja de perforar las capas acuíferas profundas y extensas, cuyo origen se encuentra a muchos kilómetros, circunstancias que evitan rápidas fluctuaciones en el nivel de la superficie piezométrica y como resultado dan un rendimiento uniforme y considerable. El agua profunda es adecuada para obtener una buena calidad sanitaria, a menos que esté contaminada por infiltraciones en la capa acuífera por cavernas o fisuras en las rocas subyacentes. Los inconvenientes son su gran costo y el hecho de que el largo recorrido subterráneo del agua puede dar lugar a que disuelvan una crecida proporción de materia de minerales que puedan hacerla dura, corrosiva o inadecuada.

3.2. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

El agua superficial, que pudiera ser representativa para su uso agrícola en la zona es el Río Huacapa que en época de lluvias (julio a septiembre) tiene un escurrimiento promedio de 2 m³/s, y en época de estiaje (periodo noviembre a junio) un escurrimiento de 500 l/s, cabe mencionar que en la actualidad el río Huacapa evacua las aguas negras de la Ciudad de Chilpancingo, ésta pudiera ser utilizada si cumpliera con la calidad que se requiere para un cultivo, lo anterior representa adicionar un tratamiento de saneamiento para poder ser usada en este complejo, ahora bien, considerando otro rubro en cuanto a escurrimientos superficiales, se encuentran 7 barrancas en un tramo de 7 km aproximadamente, entre Chilpancingo y Petaquillas, donde éstas sólo tienen un escurrimiento torrencial presentado en época de lluvias, por tal motivo esta fuente no satisface las expectativas en cuanto a gastos, este caudal sería conveniente usarlo

siempre y cuando fuera constante todo el año, por tal motivo, las alternativas mencionadas quedan descartadas.

En esta zona existe una batería de pozos profundos, los cuales fueron construidos en la década de los 70's para abastecer de agua a la Ciudad de Chilpancingo ver Tabla 3.2, cabe señalar que no se previó los posibles desbordamientos del río Huacapa, lo cual afectaron de manera considerable el adecuado funcionamiento de estos; Actualmente se está desarrollando un proyecto de rectificación y encausamiento de este y esto favorecería la protección de la batería descrita.

DATOS RELATIVOS A LOS POZOS DE PETAQUILLAS								
NOMBRE Y CLAVE	PERFORACION		ADEME		GASTO		NIVEL	
	PROF.	DIAM.	PROF.	DIAM.	AFORO l.p.s	EST.	DIN.	MOTOR
POZO 1 Petaquillas (I-3 Z.A)	41.00	18"	41	14"	41.00	3.60	15.10	Eléctrico
POZO 2 Petaquillas (II-4 Z.A)	30.00	17 1/2"	30	14"	50.40	3.60	23.50	Eléctrico
POZO 3 Petaquillas (III-5 Z.A)	46.00	17 1/2"	48	14"	64.44	16.51	32.22	Eléctrico
POZO 4 Petaquillas (IV-6 Z.A)	46.00	17 1/2"	48	14"	39.60	3.60	3.83	Eléctrico
POZO 5 Petaquillas (V-7 Z.A)	47.80	17 1/2"	50	14"	35.20	16.50	32.00	Eléctrico
POZO 6 Petaquillas (VI-8 Z.A)*	56.00	17 1/2"	57	14"	22.40	6.00	26.30	Eléctrico
POZO 7 Petaquillas (VII-9 Z.A)*	25.00	17 1/2"	25	14"	23.50	5.60	18.00	Eléctrico
POZO 8 Petaquillas (VIII-10 Z.A)*	35.00	17 1/2"	35	14"	24.20	6.00	6.37	Eléctrico
POZO 9 Petaquillas (IX-1 Z.A)*	36.60	17 1/2"	36	5	20.80	5.60	30.00	Eléctrico
POZO 10 Petaquillas (X-Z Z.A)*	56.00	18"	58	14"	21.40	10.75	44.00	Eléctrico

* pozos que no pueden ser habilitados, por estar totalmente azolvados

3.2 Batería de pozos en Petaquillas Guerrero

La fuente que queda por analizar es la batería de pozos descritas anteriormente; que a continuación se presentan sus características de calidad del agua:

Número	3
Obra	pozos
Fecha	17-08-86
Ca	32 miligramos/litro
Mg	28.8 miligramos/litro
Na	10.1 miligramos/litro

K	1.6 miligramos/litro
Dureza CaCO ₃	200 miligramos/litro
RAZ (relación de absorción de sodio)	0.31
pH	8.0
CE	0.47 conductividad eléctrica en mili Hom
SO ₄	49.9 miligramos/litro
HCO ₃	176.9 miligramos/litro
NO ₃	15.5 miligramos/litro
CO ₃	6.0 miligramos/litro
Cl	10.6 miligramos/litro
Total de sólidos disueltos	331 miligramos/litro
Calidad del agua para riego	c2-s1
Agresividad del agua	agresiva
Observaciones	DTD=10; PTO=15; NE=9; uso doméstico

Notas:

c2.- agua de salinidad media, puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado elevado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales en control de salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerante a las sales.

s1.- agua baja en sodio puede usarse para el riego de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

DTD.- diámetro de la tubería de descarga, en pulgadas

PTO.- Profundidad total de la obra, en metros

NE.- nivel estático

* Los datos anteriores son proporcionados por la Secretaría de Salud del Estado de Guerrero.

La alternativa más viable es la captación del agua mediante pozos, cabe señalar que la selección se está haciendo con base en analizar las características de calidad y caudales de las tres fuentes, sin considerar para esto un análisis financiero, no habiendo otra alternativa por el momento que cumpla las especificaciones para uso agrícola.

3.3. NECESIDADES DE AGUA REQUERIDA

Las relaciones encontradas entre cultivo, clima, agua y suelo son complejas, estando involucrados muchos procesos biológicos, fisiológicos, físicos y químicos. Se dispone de una gran cantidad de información respecto a investigaciones referentes a estos procesos en relación con el agua. Sin embargo, para su aplicación práctica estos conocimientos deben reducirse a un número manejable de componentes principales para poder hacer un análisis significativo del efecto del agua sobre el cultivo a nivel de campo.

Para su aplicación en la planificación, diseño y explotación de proyectos de riego, es posible analizar el efecto del suministro de agua sobre los rendimientos de los cultivos. La relación entre el rendimiento del cultivo y el suministro de agua puede determinarse cuando se pueden cuantificar, de una parte, las necesidades de agua del cultivo y los déficit de agua de éste, y de otra, el rendimiento máximo y el real del cultivo. Los déficit de agua en los cultivos, y la penuria de agua resultante en la planta, tienen un efecto sobre la evapotranspiración del cultivo y el rendimiento de éste. La penuria de agua en la planta puede cuantificarse mediante la relación entre la tasa de evapotranspiración real (ETa) y la tasa de evapotranspiración máxima (ETm). Cuando las necesidades de agua del cultivo se atienden plenamente a partir del suministro de agua disponible, $ETa = ETm$; cuando el suministro de agua es insuficiente, $ETa < ETm$. Para la mayoría de los cultivos y climas se pueden cuantificar ETm y Eta.

Cuando no se atienden todas las necesidades de agua del cultivo, el déficit de agua en la planta puede llegar hasta el punto de que se vean afectados el crecimiento del cultivo y su rendimiento. La manera en que el déficit de agua afecta al crecimiento del cultivo y a su rendimiento, varía con la especie de cultivo y con el período vegetativo del mismo. Para evaluar el efecto de la penuria de agua en la planta sobre la disminución del rendimiento mediante la cuantificación de la evapotranspiración relativa (ETa/ETm), el análisis de los resultados de las investigaciones realizadas demuestra que es posible determinar las pérdidas de rendimiento relativo si se dispone de información sobre el rendimiento real (Y_a), en relación con el rendimiento máximo (Y_m), bajo distintos regímenes de suministro de agua. Donde las condiciones económicas no limiten la producción y en ambiente exento de limitaciones, $Y_a = Y_m$ cuando se atienden todas las necesidades de agua; cuando se atienden todas las necesidades de agua mediante el suministro del agua disponible, $Y_a < Y_m$.

Para cuantificar el efecto de la penuria de agua, es necesario deducir la relación entre la disminución del rendimiento relativo y el déficit de la evapotranspiración relativa dado por el factor del efecto sobre el rendimiento (k_y), es deducido empíricamente, o sea:

$$(1-Y_a/Y_m)=k_y(1-E_t/E_{Tm})$$

Donde: Y_a = rendimiento real cosechado
 Y_m = rendimiento máximo cosechado
 K_y = factor del efecto sobre el rendimiento
 E_t = evapotranspiración real
 E_{Tm} = evapotranspiración máxima

La fórmula anterior nos determina que dependiendo del suministro de agua, se producirá una determinada cosecha.

El cultivo que se utilizará para éste proyecto es el jitomate debido a que las características de clima (subtropical) humedad, tipo de suelo (limoso bien drenado, aireado con $pH=5-7$), esta planta es la segunda hortaliza en importancia, a continuación de la papa. La producción mundial actual es de 41 millones de T de fruto fresco, procedentes de 2 millones de Ha.

El jitomate es un cultivo de crecimiento rápido con un período vegetativo de 90 a 150 días. Es una planta indiferente en cuanto a la duración del día. La temperatura media diurna óptima para su desarrollo de 18 a 25°C, cuando están acompañadas de humedad elevada y viento fuerte, se traducen en un rendimiento reducido. Las temperaturas nocturnas superiores a los 20°C, acompañadas de fuerte humedad y escasa luz solar ocasionan un crecimiento vegetativo excesivo y una mala producción del fruto. Por ello, son preferibles los climas secos para la producción del jitomate.

El jitomate se puede producir en una amplia variedad de suelos pero son preferibles los bien drenados, limosos, ligeros, con un pH de 5 a 7. El anegamiento aumenta la incidencia de enfermedades como la marchitez bacteriana. Las necesidades de fertilizantes para variedades de alta producción vienen a ser de 100 a 150 kg/ha de N (Nitrógeno), 65 a 110 kg/ha de P (Fósforo) y 160 a 240 kg/ha de K (Potasio).

La semilla se siembra generalmente en parcelas de vivero y la nacencia tiene lugar a los 10 días. Las plantitas se transplantan en el campo después de 25 a 35 días. En el

vivero la distancia entre hileras es de unos 10 cm. En el campo el espaciamiento varía entre 0.3/0.6x0.6x1 m con una densidad de unas 40000 plantas por ha. el cultivo generalmente se produce en rotación con otros como el maíz, la col, el caupi, para reducir las plagas y enfermedades.

El cultivo es moderadamente sensible a la salinidad del suelo, el período más sensible a la salinidad es durante la germinación y en el desarrollo inicial de la planta, por lo cual suele ser necesaria la realización del lixiviado de las sales durante el riego previo o mediante agua en exceso durante la aplicación inicial del riego.

3.3.1. NECESIDADES DE AGUA

Las necesidades totales de agua después del trasplante, de un cultivo de jitomate producido en el campo en 90 a 120 días, son de 400 a 600 mm, dependiendo del clima. Las necesidades de agua, en relación con la evapotranspiración de referencia en mm/período, vienen dadas por el factor de cultivo para las distintas etapas del desarrollo del cultivo, siendo las siguientes: durante la etapa inicial , 0.4-0.5 (10 a 15 días); durante la etapa de desarrollo, 0.7-0.8 (20 a 30 días); en la etapa de mediados de temporada, 1.05-1.25 (30 a 40 días); en la etapa de finales de estación 0.8-0.9 (30 a 40 días) = y en la recolección 0.6-0.65.

3.3.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO

La planta produce flores desde la base hasta el extremo superior durante el desarrollo activo del tallo. Los frutos pueden recogerse mientras la planta está floreciendo todavía en el extremo superior. A veces pueden distinguirse tres períodos de floración que corresponden a tres cosechas.

Para un gran rendimiento de una buena calidad, el cultivo necesita un suministro controlado de agua durante todo el período vegetativo; aunque en condiciones de limitación de agua pueden hacerse algunos ahorros durante el periodo vegetativo y el de maduración, el suministro de agua debe dirigirse preferentemente a obtener una producción máxima por ha, en lugar de ampliar la superficie cultivada con un suministro limitado de agua.

3.3.3. ABSORCIÓN DE AGUA

El cultivo tiene un sistema radicular bastante profundo, es decir, lugar donde se encuentra el 90% de la raíz de la planta cultivada, penetrando éstas hasta 1.5 m en suelos vegetativo. La profundidad máxima del sistema radical se alcanza unos 60 días después del trasplante. Más del 80% de la absorción total de agua tiene lugar en la primera capa de suelo de 0.5 a 0.7 m y el 100% de la absorción de agua de un cultivo plenamente desarrollado tiene lugar a partir de la primera capa de 0.7 a 1.5 m. En condiciones en que la evapotranspiración máxima es de 5 a 6 mm/día, la absorción de agua para atender todas las necesidades de agua del cultivo se ve afectada cuando se ha agotado más del 40% del agua total disponible en el suelo.

De acuerdo a las características del jitomate, éste necesita en promedio 500 mm de lámina de agua para su desarrollo vegetativo total; para este proyecto se considerarán dos ciclos de cultivo dejando dos meses sin cultivar entre cada ciclo, siendo así que necesitamos la siguiente cantidad de agua para poder satisfacer la demanda de cada ciclo.

Lámina de agua por ciclo: 500 mm

Metros cúbicos por metro cuadrado: 0.5 m³

Volumen total requerido por las 350 Ha por los dos ciclos: 3500000 m³

Cálculo de la evapotranspiración máxima por los dos cultivos:

$$E_{tm} = (K_c)(E_{To})$$

K_c = Coeficiente de cultivo dependiendo del tipo de cultivo (0.8)

E_{To} = Evapotranspiración del cultivo de referencia (5mm/día)

$$E_{tm} = (0.8)(5) = 4 \text{ mm/día} \times 200 \text{ días} = 800 \text{ mm/2ciclos}$$

Volumen por efecto de la evapotranspiración.

$$E_{T_{total}} = 0.8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 3'500,000 \text{ m}^2 = 2'800,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total requerido} = 2'800,000 + 3'500,000 = 6'300,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total extraído de bombeo por un año} = 7'273,463 \text{ m}^3$$

De esta comparación podemos concluir que las necesidades de el suministro de agua solo satisface una superficie de 350 ha para el cultivo de jijitamate.

3.4. DISEÑO DE POZOS

Se entiende como “diseño de pozos” a los procedimientos encaminados a determinar las dimensiones adecuadas de su estructura física y a la correcta elección de los materiales factibles a emplear durante la construcción y terminado del pozo. Dichos parámetros se encuentran limitados de acuerdo a las características geohidrológicas de la ubicación del aprovechamiento, por lo que se recomienda conocer algunas propiedades hidráulicas del acuífero como:

- Información estratigráfica de las capas de sedimentos y rocas atravesados durante su perforación.
- Valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero.
- Condiciones de balance hidrológico.
- Análisis granulométrico de los materiales no consolidados, así como de la identificación de los minerales de las rocas.

Los objetivos que se buscan obtener con un buen diseño de pozos son:

- Adecuado rendimiento y larga vida útil
- Agua de buena calidad
- Costo razonable

La parte estructural de un pozo se encuentra constituida por dos elementos principales:

- Cárcamo de bombeo.
- Sección de admisión

La cámara de bombeo es la porción donde se aloja la bomba y el conducto vertical mediante el cual el agua asciende desde su nivel estático y/o dinámico hasta la introducción de la bomba.

La porción de succión es la que se encuentra ademada con un tubo ranurado que permite el libre paso del agua y evita la filtración de material suelto.

El proceso de diseñar un pozo consiste básicamente en determinar los elementos principales mencionados anteriormente, por lo que bajo éste contexto, se debe determinar y dimensionar los siguientes parámetros:

- Profundidad del pozo.
- Diámetro y material de ademe.
- Diámetro, material y apertura del sedazo.
- Además de algunos otros parámetros como son el tipo de filtro y su protección sanitaria, que son determinantes para el mejor funcionamiento del pozo y la obtención de agua de buena calidad y libre de contaminantes.

3.4.1. ADEME

Determinar el diámetro apropiado es de suma importancia, ya que esto tienen repercusiones en el costo de la estructura del pozo y en el uso del equipo de perforación. Para elegir correctamente el diámetro del ademe, se deben satisfacer dos necesidades:

- Que exista un espacio suficiente para el alojamiento de la bomba, además de un espacio libre que permita su instalación y mantenimiento.
- El diámetro del ademe debe presentar un espacio libre que garantice la buena eficiencia hidráulica del aprovechamiento en operación.

El diámetro se determina de acuerdo al tamaño de la bomba por utilizar, que estará en función del gasto y potencia requerida, de forma general, se recomienda que el diámetro del tubo del ademe sea 2" mayor que el diámetro nominal de la bomba requerida y en casos extremos cuando menos una pulgada.

En la Tabla 3.2. se muestran algunas recomendaciones para determinar el diámetro del ademe en función de gasto que se espera obtener; en la Tabla 3.3. se presentan las máximas descargas de acuerdo a los diámetros del tubo de ademe.

Gasto esperado (lps)	Diámetro nominal de tazones de bomba (mm)	Medida óptima del diámetro del ademe (mm) (pulg)	Medida mínima del diámetro del ademe (mm) (pulg)
Menos de 6	102	152 DI (6)	127 DI (5)
5 a 11	127	203 DI (8)	152 DI (6)
10 a 22	152	254 DI (10)	203 DI (8)
20 a 44	203	305 DI (12)	254 DI (10)
30 a 60	254	356 DE (14)	305 DI (12)
50 a 115	305	406 DE (16)	356 DE (14)
75 a 190	356	508 DE (20)	406 DE (16)
125 a 240	406	610 DE (24)	508 DE (20)
190 a 380	508	762 DE (30)	610 DE (24)

DI: Diámetro interior; DE: Diámetro exterior

Tabla 3.2. Diámetro del ademe en función del gasto esperado*

Medidas del ademe (mm)	(pulg)	Descarga máxima (lps)
102	4	13
127	5	20
152	6	28
203	8	49
254	10	78
305	12	111
337	14	136
387	16	180
439	18	230
489	20	286
591	24	418

Tabla 3.3. Descarga máxima a partir del diámetro del ademe*

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

*Perforación de pozos, LIBRO 5, CNA

3.4.2 ESPESOR DEL ADEME

La función del ademe es de evitar zonas factibles al derrumbe o colapso, que perjudican severamente la estructura de un pozo.

Dicho espesor depende de las condiciones del terreno, en zonas problemáticas, principalmente en terrenos no consolidados, cuyas circunstancias favorecen a las zonas de colapso, se requiere identificar los estratos problemáticos e incrementar el espesor del tubo en los mismos.

Los tipos de suelo que con frecuencia presentan estos problemas son las arcillas blandas. Durante la perforación del pozo se pone principal interés en la identificación de los mismos, para planear su tratamiento.

El diámetro exterior del ademe presenta, por lo general, dimensiones estandarizadas, mientras que el diámetro interno se encuentra en función del espesor de la pared del tubo del ademe.

El espesor del tubo por lo general se incrementa conforme aumenta su diámetro, sin embargo, no necesariamente cuando se necesita incrementar el espesor se tendrá que aumentar el diámetro del ademe, ya que en el mercado existen una gran variedad de espesores de tubo.

Tipo de materiales de ademe

En la construcción de ademes para pozos de agua, se emplean materiales, que deben cumplir con ciertas características, por ejemplo que sean de naturaleza tubular y lo suficientemente rígidos para soportar los esfuerzos ejercidos durante su instalación y aquellos que se manifiestan posterior a su instalación.

Históricamente, la elección de estos materiales se llevaba a cabo tomando en cuenta también otros factores, principalmente en lo que se requiere a la durabilidad y resistencia, además de que deberían ser de fácil manejo.

Hoy en día, para su elección se toman en consideración, además, las características del acuífero en donde se instalará la tubería y el tipo de acuífero a explorar. algunos de estos aspectos son:

- Marco geológico.
- Ambiente geoquímico.
- Profundidad del pozo.
- Tipo y concentraciones de contaminantes en suspensión.
- Diseño del pozo

También se toman en cuenta otras características como:

- Tipo de perforación del pozo y método de instalación.
- Costo.
- Disponibilidad.

Tipo y características de los materiales que se usan en ademes

a) Materiales metálicos

- acero
- acero de alta calidad
- acero galvanizado
- acero inoxidable

Los ademes para los pozos de agua fabricados en materiales metálicos pueden ser de varios tipos, los más comunes son los antes mencionados, presentan características de alta resistencia a los esfuerzos ejercidos sobre éstos, son rígidos y más resistentes a la temperatura que los materiales termoplásticos, fluropolímeros y fibra de vidrio.

Las desventajas más comunes en éste tipo de materiales, radica en la resistencia a la corrosión, cuando se encuentran expuestos durante largo tiempo debajo de la superficie y en contacto con el agua subterránea, son fácilmente atacados por las agentes corrosivos limitando de esta manera su funcionamiento y eficiencia del pozo a largo plazo.

A continuación se presentan algunas condiciones que favorecen el desarrollo de la corrosión:

- Bajo pH. En familias de agua cuyo potencial de hidrógeno sea menor a 7, se considera como aguas ácidas que favorecen las condiciones de corrosión.
- Alto contenido de oxígeno disuelto. si el contenido excede los 2 mg/l se consideran aguas corrosivas

- Contenidos de Sólidos Totales Disueltos (SDT). Si la cantidad de SDT es mayor a 1000 miligramos/litro y/o si la conductividad eléctrica del agua es elevada, presenta condiciones de corrosión electrofítica.
- Dióxido de carbono (CO₂). Si excede los 50 mg/l, favorece la corrosión.
- Ion cloro (Cl). Si el contenido de cloro excede 500 miligramos/litros provoca alta corrosión.

b) Material termoplástico

- Cloruro - Polivinilo (PVC)

Los materiales denominados termoplásticos son fabricados a partir de derivados de materias orgánicas, con estos materiales también son manufacturados una gran variedad de accesorios para su acoplamiento.

Este tipo de ademes presenta dos variantes: el Cloruro Polivinilo conocido como PVC y el Acrilonitrilo Butadiense Styrene (ABS).

Este tipo de materiales son más débiles, menos rígidos y más sensibles a la temperatura que los materiales metálicos, sin embargo, este tipo de plásticos son lo suficientemente fuertes para resistir las condiciones necesarios durante su instalación y posterior a ella.

Ventajas de usar PVC

- Ofrecen una completa resistencia a la corrosión eléctrica y electroquímica.
- No requieren de protección contra aguas de composición química variable.
- Costo reducido de su instalación y traslado.
- Alta resistencia a la abrasión.
- Alta durabilidad en condiciones ambientales de aguas subterráneas.
- Poco mantenimiento.
- Alta flexibilidad.
- Fácil acoplamiento durante su instalación.

3.4.2. SECCIÓN DE ADMISIÓN

La sección de admisión corresponde a la parte inferior de la estructura de un pozo, en donde se realiza la introducción del agua del acuífero hacia el interior del tubo de ademe. El diseño de la zona de succión o de admisión depende de varios factores que deben tomarse en cuenta y que se muestran a continuación.

- Medida de la apertura de la rejilla.
- Largo de la sección de admisión.
- Tipos de rejillas
- Resistencia a la degradación química y a la corrosión.

3.4.3. FILTROS

Mediante la correcta elección, diseño e instalación de filtros de grava en la zona que rodea inmediatamente el tubo de ademe, se obtiene una mayor permeabilidad, debido a que se tiene una mayor relación de vacío y una mejor eficiencia hidráulica del pozo así como una buena estabilización de los materiales del acuífero.

En aprovechamientos equipados sin este aditamento, únicamente con la rejilla del ademe se logra retener aproximadamente el 40 % del material acuífero y el porcentaje restante se filtra al interior del tubo. La función principal de los filtros es la de impedir el paso de partículas, lográndose de esta manera un mejor funcionamiento del pozo.

Las condiciones geológicas de los aprovechamientos hidráulicos pueden inducir a la utilización de filtros, a continuación se presentan algunos de ellos:

a) Arena fina uniforme.

En pozos que extraen agua en arenas de granulometría fina, se recomienda la utilización de filtros de grava, con el fin primordial de incrementar el tamaño de apertura de la rejilla aumentando de esta manera la eficiencia del pozo.

b) Arenas semiconsolidadas.

El principal problema en estos excelentes acuíferos, es el riesgo que se tiene al colapso de las paredes del pozo. Mediante un buen diseño y utilización de los filtros de grava se prevé en gran medida el peligro de derrumbes y por otro lado se incrementa el apoyo

lateral del ademe con las paredes del agujero, al colocar este filtro se puede aumentar el tamaño de la apertura de la rejilla, aumentando de este modo el rendimiento del pozo.

c) Material estratificado

Cuando se tiene una intercalación de materiales finos con sedimentos de granulometría más gruesa, se dificulta determinar el espesor y posición de estos estratos y en consecuencia es difícil establecer el tamaño y posición de la sección ranurada. Se recomienda en forma general la introducción de filtros de grava, en el que el tamaño de las gravas se determinarán en función del estrato más fino que presenta en el intervalo productor.

3.5. REHABILITACIÓN DE LOS POZOS

Para el sistema de captación de agua para la irrigación de este complejo se hará con base en 10 pozos que se encuentran inhabilitados de los cuales 5 están totalmente deteriorados ver Tabla 3.4, ubicados en la zona de inundación de la margen derecha del río Huacapa con coordenadas latitud norte 17° 29', longitud oeste 99° 27' con una altitud de 1,160 msnm.

DATOS RELATIVOS A LOS POZOS DE PETAQUILLAS

NOMBRE Y CLAVE	PERFORACION		ADEME		GASTO AFORO l.p.s	NIVEL		MOTOR
	PROF.	DIAM.	PROF.	DIAM.		EST.	DIN.	
POZO 1 Petaquillas (I-3 Z.A)	41.00	18"	41	14"	41.00	3.60	15.10	Eléctrico
POZO 2 Petaquillas (II-4 Z.A)	30.00	17 1/2"	30	14"	50.40	3.60	23.50	Eléctrico
POZO 3 Petaquillas (III-5 Z.A)	46.00	17 1/2"	48	14"	64.44	16.51	32.22	Eléctrico
POZO 4 Petaquillas (IV-6 Z.A)	46.00	17 1/2"	48	14"	39.60	3.60	3.83	Eléctrico
POZO 5 Petaquillas (V-7 Z.A)	47.80	17 1/2"	50	14"	35.20	16.50	32.00	Eléctrico
POZO 6 Petaquillas (VI-8 Z.A)*	56.00	17 1/2"	57	14"	22.40	6.00	26.30	Eléctrico
POZO 7 Petaquillas (VII-9 Z.A)*	25.00	17 1/2"	25	14"	23.50	5.60	18.00	Eléctrico
POZO 8 Petaquillas (VIII-10 Z.A)*	35.00	17 1/2"	35	14"	24.20	6.00	6.37	Eléctrico
POZO 9 Petaquillas (IX-1 Z.A)*	36.60	17 1/2"	36	5	20.80	5.60	30.00	Eléctrico
POZO 10 Petaquillas (X-2 Z.A)*	56.00	18"	58	14"	21.40	10.75	44.00	Eléctrico

* pozos que no pueden ser habilitados, por estar totalmente azolvados

Tabla 3.4. Relación de pozos ubicados en el área agrícola Chilpancingo - Petaquillas

Con el objeto de analizar el estado físico de un pozo, es necesario contar con una serie de datos que indique la historia de operación del mismo, así como la evolución y comportamiento del acuífero en donde está emplazado. Con el fin de obtener la información necesaria para hacer un diagnóstico real se realizarán las siguientes actividades:

Se realiza una prueba de bombeo de corta duración, con el equipo instalado, a fin de obtener datos sobre el máximo caudal de extracción así como los niveles estático y dinámico, presión, carga dinámica total y calcular su caudal o rendimiento específico, midiendo además, los parámetros eléctricos de equipo, como amperaje, voltaje, corriente consumida en Kw/H, comparándola con la corriente demandada al inicio de operación.

De esta manera se puede analizar en forma preliminar la eficiencia con la que está funcionando el equipo de bombeo.

Posteriormente se desacopla el equipo de bombeo para una revisión general, se observa el posible desgaste de los impulsores del cuerpo de bombeo, de las flechas, chumaceras, tazones de descarga y succión, así como del motor y cable submarino en el caso de que sea bomba sumergible.

Para conocer las características de los pozos, se deben sondear e incluso correr registros de video a fin de conocer su profundidad, longitud de la rejilla, ademe y con ello, establecer su estado actual; además se debe observar a detalle, si la rejilla o ademe del pozo están en buenas condiciones, si existe incrustación, corrosión o algún colapso o abertura por donde pudiera presentarse la aportación de, materiales finos hacia el pozo.

Los registros mensuales de consumo de energía pueden indicar si ha aumentado, sin que exista modificación en el caudal de extracción, lo cual manifiesta problemas, ya sea en el pozo o en el equipo de bombeo.

Para evaluar la eficiencia de un acuífero o de un pozo y su equipo de bombeo, ya sea en el sistema completo o en la bomba en particular, se emplea una serie de parámetros y ecuaciones que combinan en conjunto aspectos hidráulicos y mecánicos.

Cuando se presenta una disminución en el caudal de operación original, es conveniente hacer una revisión de los análisis químicos realizados al agua, con el fin de determinar si dicha disminución se debe o no, a incrustación o corrosión en la rejilla; así como a la invasión de arenas y gravas.

Lo anterior es con la finalidad de describir la metodología para llevar a cabo un adecuado diseño para la construcción de pozos, en lo que respecta a este trabajo se

considera únicamente el tratamiento de los mismo, ya que éstos se encuentran contruidos y únicamente restaría rehabilitarlos.

3.6. TRATAMIENTO DE POZOS

Existen varios métodos de tratamiento para rehabilitar, cada uno de acuerdo a un problema específico, los más usuales son aplicación de ácidos desincrustantes, desazolve del pozo, cepillado del ademe, pistoneo del pozo y aplicación de aire comprimido a alta presión.

Aplicación de ácidos y elementos desincrustantes

Algunos de los ácidos de mayor aplicación se muestran en la tabla siguiente.

TRATAMIENTO	CONCENTRACION	APLICACION
Acido muriático	25 al 30 %	Disuelve los carbonatos de calcio y magnesio
Acido sulfámico	15 al 20 %	Disuelve los carbonatos de calcio y magnesio
Cloro (hipoclorito cálcico)	100 ppm	Destruye las bacterias de hierro
Polifosfatos	10 a 50 Kg/m ³	Desprende y dispersa los materiales incrustante (carbonatos y bacterias de hierro)

3.6.1. DESAZOLVE DEL POZO

Esta actividad se debe realizar empleando la maquinaria propia de un sistema de perforación por percusión con cable y herramienta, primero aflojando el material producto del azolve y después extrayendolo hacia la superficie, por medio de la cubeta o cuchara, hasta lograr desazolvar el volumen calculado, de acuerdo a la profundidad original del pozo, más el abundamiento que se cause con dicha maniobra.

Nunca se debe llevar a cabo trabajos de desazolve por medio de máquina rotaria ya que el uso de lodos en este método y la presencia de la grava en el espacio anular, provocaría una mezcla cementante con la consecuente obstrucción de los espesores del acuífero aprovechables dentro del pozo.

a) Cepillado al ademe del pozo

Estos trabajos se realizan una vez que se ha detectado por medio de análisis químicos y videograbación que la causa de disminución del caudal que aporta el pozo es de incrustación que se ha originado en el transcurso de operación del mismo. Por lo tanto para realizar dicha maniobra se adapta un cepillo de alambre al barretón de diámetro similar al ademe o rejilla, enseguida se inicia el cepillado en forma descendente a partir de la profundidad de donde comienza la rejilla y hasta la profundidad total de la misma. Posteriormente a éste trabajo se debe aplicar ácido muriático o sulfámico que sirve como diluyente de los materiales incrustantes.

3.7. CONDUCCIÓN

Las obras destinadas al transporte de agua reciben el nombre de "líneas de conducción".

3.7.1. TUBERÍAS USADAS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Una tubería se define como el conjunto formado por el tubo y su sistema de unión.

Para la fabricación de los tubos, se han utilizado diversos materiales, en los cuales podemos mencionar la arcilla vitrificada, de madera, plomo, cobre fierro fundido, acero y concreto. A través del tiempo alguno de estos materiales han sido abandonados y en la actualidad los tubos más utilizados son fabricados a base de asbesto, acero, concreto reforzado y plástico (polietileno y PVC).

3.7.2. TUBERÍAS DE ASBESTO CEMENTO

Según la "Norma Oficial NOM-C-12-1960, para tubos de presión de asbesto-cemento para abastecimiento de agua", se entiende por tubos de asbesto cemento los conductos de sección circular fabricados con una parte de asbesto y cemento tipo Portland, exentos de materia orgánica, con o sin adición de sílice.

La tubería de asbesto-cemento sílice curada en autoclave, con vapor a presión, prácticamente no se oxida ni se corroe. Se fabrican aplicando sobre un madril de acero pulido, una película obtenida con la mezcla íntima de fibra de asbestos de distintos tipos, cemento, sílice y agua, de tal manera que el enrollamiento de la película se traduce en una estructura multilaminar de óptima resistencia. La utilización del mandril permite obtener una superficie tersa, para la que se tiene un coeficiente de rugosidad $n = 0.010$, según la fórmula de Manning.

Los tubos de presión de asbesto - cemento se fabrican para presiones internas de trabajo máximas según las siguientes clases: A-5, A-7, A-10 Y A-14, en donde los números, 5, 7, 10 y 14 indican la presión interna de trabajo en kg/cm^2 que resisten los tubos.

La desventaja de los conductos de asbesto-cemento, es su baja resistencia mecánica. Debido a ésto, al salir de la fábrica los tubos se degradan en su calidad por falta de cuidado en su transporte, manejo y almacenamiento.

3.7.3. TUBERÍAS DE PLÁSTICO: POLIETILENO Y CLORURO DE POLIVINILO (PVC).

De los plásticos, los termoplásticos son los que en la actualidad presentan mucho interés para su uso en los sistemas de abastecimiento de agua. Los dos termoplástico de mayor importancia hasta la fecha son el polietileno (PE) y el policloruro de vinilo (PVC).

El polietileno es un derivado del gas etileno, que es un componente del gas natural; también puede ser un derivado de la refinación del petróleo. Comercialmente se clasifican como: densidad baja, media y alta. Se fabrican con base en la Norma NOM-E18-1969.

Las ventajas de las tuberías de polietileno son: su gran flexibilidad, que permite su presentación en rollos; su ligereza, ya que pesa ocho veces menos que el acero y tres veces menos que el asbesto - cemento y no presenta corrosión.

El PVC (Cloruro de polivinilo) es un material termoplástico compuesto de polímeros de cloruro de vinilo; un sólido incoloro con alta resistencia al agua, alcoholes, ácidos y álcalis concentrados. Se obtiene en forma de gránulos, soluciones, líquidos y pastas.

Las tuberías de PVC presentan las ventajas y desventajas que se enlistan en la siguiente tabla:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la corrosión y al ataque químico de ácidos, álcalis y solución salinas. • Instalación rápida, fácil y económica. • Debido a su grado de absorción permite la prueba hidrostática después de su llenado. • Su resistencia mecánica es superior a la de las tuberías de asbesto cemento. • Menor pérdida por fricción en comparación con las tuberías de asbesto – cemento, concreto y acero • Por su ligereza, el almacenamiento y transporte de la tubería se facilita notablemente. • Respecto a su costo de suministro en los diámetros de 50, 60, 75 y 100 mm es más barata que las tuberías de asbesto cemento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo en diámetros mayores o igual a 200 mm. • Las propiedades mecánicas de las tuberías de PVC se afectan si quedan expuestas a los rayos solares por un periodo de tiempo prolongado • Los tubos de extremos lisos requieren de mano de obra altamente especializada para su unión por el proceso de cementado. • Debido a esto, en todos los proyectos de conducción se especifica el uso de tubería con campana y anillo de hule. La campana debe ser integral al tubo.

La industria de tuberías plásticas fabrica dos líneas de tubos hidráulicos de PVC para el abastecimiento de agua potable: línea métrica, tubos blancos, y la línea gruesa, tubos grises.

La línea métrica fue diseñada de acuerdo con el sistema internacional de unidades. La integran 13 diámetros (de 50 a 630 mm), y cinco espesores que permiten presiones máximas de trabajo de 5, 7, 10, 14 y 20 Kg/cm²; en función de cada presión se clasifican en clases.

La unión entre tubos y conexiones se realiza mediante el sistema espiga - campana con anillo de hule. La longitud útil de cada tubo es de seis metros , pero también puede fabricarse en otras longitudes, según acuerdo entre cliente y fabricante.

3.7.4. TUBERÍAS DE ACERO

En 1943, la compañía Tubacero de Monterrey N.L., inició la fabricación de tubos de acero formado por medio de roladoras y soldadura manual. Actualmente se utilizan en México dos métodos de fabricación: el proceso de soldadura (Tubacero, S.A.) y el proceso sin costura (TAMSA). La materia prima es el acero en placa o rollo, para el primero y lingotes y placas para el segundo.

Los tubos de acero se fabrican con diámetros desde 4.5. pulgadas (114.3 mm) hasta 48 pulgadas (1219 mm). Su producción está sujeta en el estricto control de calidad que toma en cuenta las normas DGN-177 y B-179-1978, e internacionales como la American Petroleum Institute (API), máxima autoridad en el ramo.

Las tuberías de acero son recomendables para líneas de conducción cuando se tienen altas presiones de trabajo. Su utilización obliga a revestirlas contra la corrosión interior y exteriormente. Son muy durables, resistentes, flexibles y adaptables a distintas condiciones de instalación que se tengan. En el cuadro siguiente, se presentan las características de los tubos de acero y otros.

Tipo de tubería y norma	Diámetro nominal en mm	longitud del tubo	Clase de tubería y presión de trabajo	Presión de prueba en fabrica y en obra Kg/cm²
ASBESTO CEMENTO DGN C-12-1960	50, 60, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 750.	4 Y 5	A-5, A-7, A-10 Y A-14 que corresponden respectivamente a 5, 1, 10, 14 Kg/cm ²	En fabrica, 3.5. veces la de trabajo, en obra 1.5 veces.
ACERO a) Lisa soldada API, ASTM-120-53 a) Sin costura API, ASTM-120	114.3, 168.3, 219.1, 273, 323.8, 355.6, 406.4, 457.3, 508, 558.8, 609.6, 660.4, 711.2, 812.8, 863.6, 914.4, 1067 Y 1219 42.2 a un máximo de 457.2 terminados en caliente. Estirados en frio de 5 hasta el máx. Indicado en obra.	4.88 a 7 5 a 7	Presiones de diseño de 1476, 1722 y 2193 Kg/cm ² 1265, 1476, 1772, 1940, 2193, 2362, 2531 y 2742. Presión de diseño	En fabrica de acuerdo con su espesor y diámetro según norma. En campo hasta el 85 % de la anterior. En fabrica de acuerdo a su espesor y diámetro
PVC (policloruro de vinilo) DGN-12-1968	25, 38, 50, 60, 75, 90, 10, 125, 150 y 200	6	RD-26, RD-32.5, RD-41 Y RD-64; 11.2, 9, 7, 4.5 KG/CM ²	En fabrica la presión mínima de reventamiento 3 veces la de trabajo. En obra 1.5. la de trabajo

En conducciones y redes de distribución de pequeñas localidades, principalmente rurales, se han utilizado en algunos casos tuberías de acero galvanizado. Estos conductos se fabrican en diámetros de 10, 13, 19, 25, 32, 38, 50, 64, 76 y 102 mm con longitud del tubo de 6.4 m

3.8 RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE LA TUBERÍA

- a) Para las conducciones y distribución de gastos pequeños y cuando el diámetro sea igual o menor de 150 mm, son recomendables las tuberías de policloruro de vinilo (PVC).

- b) Cuando se requieren diámetros superiores a 150 mm, para presiones menores de 14 Kg/cm², son recomendables las tuberías de asbesto cemento.

- c) Cuando en líneas de conducción se requieren diámetros superiores a 600 mm y presiones superior a 10 Kg/cm², el proyectista debe elegir entre tuberías de asbesto - cemento, concreto reforzado y tuberías de acero.

- D) Para tomas domiciliarias se recomiendan tuberías de polietileno de alta densidad y, para el cuadro, tubo de acero galvanizado en diámetros de 13 y 19 mm.

- E) Para el caso de sistemas de irrigación la selección del material de la tubería depende de los siguientes factores: Longitud de recorrido, caudal, dureza del agua, desnivel a vencer; aquí puede manejarse por ejemplo: tuberías de asbesto – cemento; concreto reforzado (poco común); y el más utilizado es la tubería de acero.

Los factores principales que los proyectistas deben tener en cuenta para la selección de tuberías son:

- a) Calidad y cantidad de agua a conducir.

- b) Características topográficas de la conducción y calidad del terreno por excavar.

- c) Costos de suministro e instalación.

3.9. FACTORES A CONSIDERAR EN UN PROYECTO DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

a) Topografía.

El tipo y clase de tubería por usar en una conducción depende de las características topográficas de la línea (Planimetría y altimetría). Es conveniente obtener presiones adecuadas de trabajo, evitando sobrepresiones por golpe de ariete y por fenómenos de cavitación, en caso de no poder evitar esto, se diseñarán zonas de alivio para las sobre presiones y para la cavitación se deben revisar velocidades permisibles, así como revisar que el eje de la línea de conducción nunca se encuentre por arriba de la línea de cargas piezométricas.

b) Afectaciones.

Para el trazo de la línea se deben tomar en cuenta los problemas resultantes por la afectación de terrenos ejidales y particulares. De ser posible, se utilizarán los derechos de vía de cauces de agua, caminos, ferrocarriles, líneas de transmisión eléctrica y linderos.

c) Clase de terreno por excavar.

En general las líneas de conducción deben quedar enterradas, principalmente las de asbesto cemento y PVC. El trazo más adecuado puede ser el que permita disminuir al máximo posible las excavaciones en roca. Se investigará la profundidad del nivel freático.

d) Cruces.

Durante el trazo topográfico se deben localizar los sitios más adecuados para el cruce de caminos, vías férreas, ríos, o identificar los obligados.

e) Calidad del agua por conducir.

Es indispensable si el agua es turbia, incrustante, corrosiva, o si tiene fierro y manganeso, dado que puede ser afectada notablemente la capacidad de los conductos repercutiendo en la disminución del diámetro y su coeficiente de rugosidad y como consecuencia una menor eficiencia.

f) Gastos.

Para gastos pequeños, o cuando se utilizan diámetros de 150 mm y menores, son recomendables las de policloruro de vinilo (PVC); para diámetros mayores hasta de 500

mm y carga menor a 14 Kg/cm², son recomendables las de asbesto cemento. Para diámetros mayores hasta de 610 mm y mayores, se debe hacer un estudio económico muy cuidadoso, comparando tuberías de asbesto - cemento, acero y concreto reforzado.

g) Costos de suministro e instalación de tuberías.

Se tomarán en cuenta los costos de suministro para los casos de adquisición por parte de los Gobiernos Federal, Estatal, y por contratistas. En el caso de diámetros grandes (760 mm y mayores), se tomará en cuenta la disponibilidad oportuna de las tuberías y las facilidades financieras que otorguen los fabricantes.

i) Normas de calidad y comportamiento de tuberías.

Es indispensable conocer las especificaciones de fabricación de las tuberías disponibles en el mercado, as pruebas de control de calidad, así como de las recomendaciones para su transporte, manejo y almacenaje.

j) Aspectos socio-políticos.

El uso de ciertas fuentes de abastecimiento (concesionadas o no) y el no tomar en cuenta lo del inciso b), origina en ocasiones problemas con los habitantes de la región, provocando cambios de fuente de abastecimiento , modificaciones del trazo de la conducción, indemnizaciones, etc.

3.10 METODOLOGÍA DE DISEÑO

PASO 1: TRAZO PLANIMÉTRICO

Obtener un plano topográfico de la región, con curvas de nivel espaciadas razonablemente y, en su defecto, hacer estudios topográficos siguiendo distintas rutas en dicha región, que nos permiten estudiar el trazo que nos dé la línea de conducción más económica y eficiente; generalmente este es el estudio de varias alternativas. La conducción sigue el relieve del terreno y se usan tubos de asbesto-cemento, PVC o acero, va enterrado en una zanja, como medida de protección contra los agentes exteriores. Los cambios de dirección, tanto en el plano horizontal como en el vertical, deben efectuarse por medio de curvas, utilizando la deflexión que permiten las uniones de los distintos tipos de tubos, también se debe considerar el diseño estructural de atraques por el efecto de la cantidad de variación de cantidad de movimiento.

PASO 2: TRAZO ALTIMÉTRICO

Debe hacerse el trazo del perfil. Por medio de esta representación gráfica podremos conocer los accidentes topográficos presentes y sus dificultades; las posiciones relativas de la tubería con el terreno y con relación a la línea piezométrica y debe tenerse especial cuidado de que la línea de conducción se encuentre siempre por debajo de la línea piezométrica.

3.10.1. SISTEMA DE BOMBEO

Máquinas hidráulicas

Una máquina es un dispositivo que produce movimiento. En general, se busca que la máquina haga girar un eje o flecha, de manera que ésta accione algún dispositivo cuya utilización nos interese.

Cuando la máquina es accionada por la fuerza del agua o trasmite a ella energía se dice que es una máquina hidráulica. En el primer caso se habla de una turbina y el segundo de una bomba, que son los dos tipos clásicos de máquinas hidráulicas. Al ser accionadas por la energía del agua, las turbinas producen energía mecánica que es transformada en eléctrica al transmitir su movimiento a un generador. Las bombas por su parte, reciben energía mecánica originada en la mayoría de los casos por un motor eléctrico y crean una carga suficiente para impulsar el gasto deseado en el proyecto.

Existen dos tipos principales de bombas: las de émbolo o reciprocante y las centrífugas. Estas últimas se han desarrollado notablemente con la generalización de la energía eléctrica.

Las bombas de émbolo son también convenientes cuando hay necesidad de operarlas manualmente, con vapor o, en algunos casos, cuando se trata de manejar líquidos muy viscosos. Sin embargo, se tienen la gran desventaja de no proporcionar un gasto constante, característica que sí se logra con una bomba centrífuga.

Una bomba centrífuga consta de dos partes principales: el impulsor y la voluta en que se encuentra alojado. El impulsor recibe energía mecánica transmitida por la flecha del motor de la bomba. Algunas bombas tienen dentro de la voluta un difusor, cuya misión

es ayudar a que la descarga sea uniforme y a disminuir la velocidad del agua, aumentando más rápidamente la presión, que es la función principal de ésta máquina.

3.10.2. CÁLCULO DE TUBERÍAS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO

El presente capítulo se enfoca a la selección de equipos de bombeo así como al cálculo de tuberías para su instalación en pozos profundos.

En el enfoque presentado en este capítulo se toma en cuenta la interrelación entre los datos de aforo del pozo y las características técnicas del equipo de bombeo, para obtener el mejor aprovechamiento del sistema.

Por último damos unas recomendaciones para aprovechar las características técnicas de los equipos de bombeo y contar con mayores elementos de juicio para la selección.

3.10.3. INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO

En el proceso del desarrollo de un proyecto para el abastecimiento de agua, por medio de pozos, se requiere información básica para seleccionar el equipo que cubra todas las necesidades. A continuación se describe la información básica mínima que debe ser suministrada por el responsable del proyecto y/o el usuario.

a) Curva de aforo del pozo.

El aforo consiste en efectuar la medición del nivel del agua que se presenta en el interior del pozo, cuando se extrae de él un determinado gasto. Estas mediciones se efectúan para una gama amplia de gastos. El aforo se realiza después de haber efectuado el desarrollo del pozo, removiendo cualquier capa compactada que esté actuando como sello del acuífero, incrementar la porosidad y permeabilidad del material adyacente al tubo de ademe y estabilizar el filtro, creando una formación natural de grava contra el ademe.

El desarrollo de aforo del pozo se deberá realizar totalmente; de no ser así, al instalarse el equipo de bombeo correspondiente al equipo definitivo del pozo, tendrá que

realizarse para completar el proceso de desarrollo, con el consiguiente deterioro que le provoca a la bomba el manejo de arenas y sedimentos.

Del análisis de aforo del pozo se determinará el gasto de extracción, los niveles estáticos y dinámicos, la calidad del agua a bombear, limitaciones por el diámetro del ademe y su longitud.

El gasto de aforo debe quedar definido y perfectamente respaldado por el estudio geohidrológico, con el objeto de garantizar la vida útil del pozo.

b) Nivel estático

El nivel estático es el espejo del agua que se presenta cuando no está trabajando un pozo.

c) Nivel dinámico

El nivel dinámico se presenta cuando el pozo se le extrae un gasto determinado, abatiéndose el nivel estático hasta un punto en el cual se estabiliza. Este nivel tiene variaciones con el tiempo, debido a cambios climáticos, perforación de más pozos en la zona, etc., Los cuales deberán ser determinados en el estudio geohidrológico perteneciente a la zona donde se localiza el pozo.

La longitud total de la columna de la bomba se determinará teniendo en cuenta este nivel dinámico y un margen razonable para abatimientos futuros, considerando que la vida económica de un pozo es de 25 años y la del equipo de bombeo de 15 años. Bajo estas circunstancias es necesario analizar el empuje axial, considerando la longitud total de la columna elegida y de esta manera tener elementos de decisión para seleccionar el tipo de bomba. Como un criterio para dejar una determinada longitud adicional de columna para abatimientos futuros, se debe tomar en cuenta la reducción en el nivel dinámico que se presentará en tres años de trabajo incluyendo la sumergencia requerida por el NPSH. Este dato deberá estar sustentado por el estudio geohidrológico del lugar donde se localiza el pozo o la batería de pozos. Esta información también es necesaria para el diseño de la cimentación del equipo

d) Gasto de diseño.

Normalmente la distribución de agua no se conecta directamente con la descarga de un pozo, debido principalmente a que antes de distribuirla se deberá analizar las cantidades de agua requeridas por los riegos y esta cantidad de agua se deberá regularizar por

medio de unos tanques de almacenamiento y también porque el gasto de un solo pozo puede ser menor o exceder el gasto de demanda, por lo tanto el tanque sirve como medio de control para la operación del pozo y el abastecimiento del agua para la irrigación.

La selección del equipo de bombeo depende de los datos disponibles sobre las características del pozo con el fin de establecer el gasto óptimo, es decir, aquel que representa la mayor cantidad de agua extraída del pozo al menor costo.

Como regla general se tiene que la cantidad de agua extraída de un pozo que se opera 24 horas al día, es la más económica, comparada con la que se bombea de manera intermitente. La excepción a la regla es cuando la tarifa de energía eléctrica es más elevada en las horas pico. Cuando existe esta limitante, el gasto por extraer del pozo será aquel que resulte de dividir la demanda requerida en un día, entre las horas de trabajo de la bomba. Esta situación obliga a seleccionar el equipo de bombeo a su máxima eficiencia; por lo tanto, cuando existen fluctuaciones grandes en la carga dinámica del equipo y, por consiguiente, en el gasto, se prefiere la selección de equipos con curvas de eficiencia máxima de rango amplio, con el objeto de que tales variaciones no afecten grandemente el costo del agua extraída. Como se mencionó anteriormente, la selección del gasto de extracción de un pozo es aquella que representa la obtención del agua al menor costo, excepto cuando, por razones de abastecimiento, se tenga que equipar el pozo con bombas que proporcionen un gasto ligeramente mayor al de diseño, en lugar de buscar como solución el perforar otro pozo que satisfaga el incremento de gasto requerido. Para éste caso es recomendable que el gasto de extracción no sobrepase los límites de producción del pozo.

e) Carga dinámica total, máxima y mínima.

Las variaciones de la carga dinámica total en un pozo se deben básicamente a los cambios en el nivel dinámico y las condiciones que prevalecen en su descarga, es decir, que el pozo esté conectado a una batería de pozos, a la línea de distribución o descarga a un tanque.

f) Parámetros de selección.

En la selección de un equipo de bombeo es necesario analizar los siguientes parámetros: eficiencia, carga neta de succión positiva (NPSH) requerida y disponible, forma de la curva, limitaciones en la carga y número de pasos.

g) Eficiencia.

La eficiencia de una bomba se puede localizar en catálogos de curvas características proporcionadas por fabricantes de equipos de bombeo.

h) Número de pasos.

El número de pasos se obtiene dividiendo la diferencia del nivel de descarga con respecto al dinámico entre la carga total del impulsor, ver anexo A.

3.11 EVALUACIÓN PARA LA SELECCIÓN FINAL

Para la selección de un equipo de bombeo es recomendable seguir los siguientes pasos:

1. Conocer las condiciones de operación del equipo de bombeo, teniendo especial cuidado de conocer con exactitud la carga dinámica total máxima y mínima de operación.
2. Analizar la información básica del proyecto para elegir el tipo de bomba más conveniente.
3. De la preselección efectuada con anterioridad, verificar fabricantes que cumplan con las condiciones de operación que requiere el sistema.
4. La selección debe contemplar que los equipos trabajen a la menor velocidad, cuando se requiera resistencia a la abrasión, larga vida útil y bajo costo de mantenimiento.
5. En los pozos es necesario considerar el abatimiento que se presentará a futuro, por lo que es conveniente tomar las provisiones necesarias en el cálculo de la potencia y el empuje axial, cuando se trate de pozos con mucha profundidad.
6. En las curvas de los equipos seleccionados se deberán indicar los puntos de operación, máximo y mínimo, con el fin de verificar los gastos de operación con los datos de aforo y tener la seguridad de operar dentro del rango de explotación del pozo.
7. Calcular la potencia del equipo a carga mínima (o flujo máximo), para que no exceda la potencia nominal del motor.
8. Comparar la NSPH requerida por el equipo de bombeo con la NSPH disponible del sistema y ver que el valor de esta última sea mayor.

9. Consultar con el fabricante el juego axial máximo del tazón y compararlo con la elongación que pueda sufrir la flecha de la bomba. Los impulsores semi abiertos están limitados en cuanto a estos ajustes, ya que su eficiencia depende del juego existente entre tazón e impulsor.
10. Comprobar que el empuje axial total de la bomba sea menor al que puede soportar el cojinete de empuje colocado en el motor. El margen de tolerancia dependerá de la confiabilidad de los datos de diseño. Si fuera el caso de que todas las condiciones de diseño anteriormente descritas hayan sido tomadas en cuenta, bastará tener un 10 por ciento de margen, con respecto a la capacidad total de los baleros de carga del motor.

Con base a lo anterior, y haciendo una inspección física del lugar se han determinado los siguientes componentes para éste proyecto.

Planimetría y altimetría de las líneas de conducción, ver anexo A

Se detectó la ubicación de los pozos así como los límites que domina el área de cultivo de la zona y la localización para las líneas de conducción fig. 3.1.

Cálculo de tuberías, ver anexo B

Se consideró el criterio del diámetro más económico, la secuencia de cálculo es la siguiente:

- 1.- Identificación de la velocidad máxima permisible
- 2.- Aplicando la ecuación de continuidad, conocidos el gasto y la velocidad del inciso anterior, se determinó el diámetro teórico, y selección del diámetro comercial más próximo al teórico
- 3.- Con base en el número de Reynolds y la rugosidad relativa, se determinó el coeficiente de fricción.
- 4.- Las pérdidas debidas a la fricción se calcularon con la fórmula de Darcy-Weisbach y las locales como un porcentaje de la energía cinética, cuyo porcentaje depende de las características geométricas de la sección del tubo.
- 5.- El cálculo de la carga dinámica se determinó aplicando la ecuación de la energía entre el espejo de la superficie libre del agua en los pozos y la zona de descarga.
- 6.- Cálculo de la potencia hidráulica.

ANÁLISIS POR GOLPE DE ARIETE

Para este cálculo se consideró el criterio de Allievi el cual considera, es importante señalar las definiciones para el análisis del golpe de ariete:

1 Celeridad.- es la velocidad con que se propaga la onda de presión a lo largo de la tubería (aproximadamente la velocidad del sonido del agua).

2 Período.- es el tiempo en segundos que tarda la onda de presión en ir de la válvula al vaso (o pozo de oscilación) y reflejarse hasta llegar nuevamente a la válvula. Si L es la longitud de la tubería de presión, el período es $T=2L/a$ a = celeridad.

3 Tiempo de maniobra.- El tiempo en segundos, que dura un cierre o apertura de la válvula.

4 Maniobra instantánea o brusca.- aquella que dura como máximo un periodo

5 Maniobra lenta o gradual.- es la que dura más de un periodo.

6 tiempo relativo de maniobra.- es el número de periodos que dura la maniobra

Las tres últimas definiciones se refieren al hecho de que, en el golpe de ariete no es el tiempo absoluto de maniobra el importante, sino su relación con la longitud de la tubería y con la celeridad de la onda o, más propiamente dicho, su relación con el período.

1 Haciendo referencia al caso que nos ocupa, los materiales que usaremos es el acero que su módulo de elasticidad es $E_t = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ y el módulo de elasticidad del agua es

$E_a = 2.07 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, la fórmula usada es la siguiente:

$$\Delta h = \frac{145V}{\sqrt{1 + \frac{E_a d}{E_t e}}}$$

d: Diámetro de la tubería

e. espesor de la tubería

Δh : sobrepresión

2 Consideramos que la sobrepresión absorbida por la válvula de alivio es del 80% y la sobrepresión absorbida por la tubería es del 20%, por lo que la presión a la que estará sujeta la conducción es el 20% que absorbe por golpe de ariete mas la carga dinámica, posteriormente se compara la presión de trabajo con la presión resistente de la tubería, podemos notar que la tubería resiste adecuadamente

ANALISIS DE COSTOS

- 1.- Convertimos la potencia hidráulica calculada en KWH
- 2.- Multiplicamos el total de los KWH por la tarifa de la región y obtuvimos el costo por hora de bombeo y considerando un bombeo continuo durante un año el cual tiene 8760 horas; da como resultado el cargo anual de bombeo por operación.
- 3.- El costo total de conducción fue obtenido de un análisis de precios unitarios, apoyado en índices de precios del manual BIMSA y establecimientos comerciales (precios de bombas), todo esto se integró en un catálogo de conceptos para cada una de las líneas de conducción.
- 4.- Para el cargo anual de amortización de la línea de conducción consideramos que la obra se pagará en 15 años y con un interés del 15% anual.
- 5.- El costo anual de bombeo es la suma del cargo anual de amortización de la línea de conducción mas el cargo anual de bombeo.

El análisis anterior da como resultado los siguientes diámetros económicos:

DIAMÉTRO DE TUBERIAS (Lineas 1-5)	Pig
Línea de conducción número 1	8
Línea de conducción número 2	8
Línea de conducción número 3	8
Línea de conducción número 4	6.625
Línea de conducción número 5	6.625

Cálculo y selección del equipo de bombeo anexo C

IV. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA SELECCIONADO

4.1 CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Los pozos profundos se construyen por diversos métodos, de los cuales los siguientes son los más importantes: el de tubos hincados, el rotatorio, el de inyección y el de sondas de corona.

4.1.1 Tubos hincados

Este método se emplea para pozos de 6 a 38 pulgadas (152 a 965 mm), de diámetro, a través de tierra o sedimentos aluviales. El revestimiento está formado por dos cilindros de diámetros diferentes soldados, uno de los cuales encaja justo sobre el otro, alcanzando las uniones de los cilindros exteriores el punto medio de los cilindros interiores.

El revestimiento o camisa metálica se hince en el terreno por medio de una prensa hidráulica, llevando ajustado, dicha camisa metálica, un tubo guía y, en su extremo inferior, una corona cortante. A medida que el revestimiento metálico se hunde en el terreno, la tierra y otras materias en su interior se excavan por procedimientos ordinarios.

Se utilizan barrenas chatas en material suave, y extremo en forma de cincel, para roca dura. La punta para barrenar es algo más larga que el árbol empleado para dar el espaciamiento de trabajo. El material suelto es removido mediante una cubeta sujeta a una línea desarenadora. Cuando no existe suficiente flujo natural hacia el pozo para la perforación y baldeo, se agrega agua. En caso de derrumbe del pozo, deberá insertarse un revestimiento y continuarse la perforación con una barrena menor.

4.1.2 Perforación rotatoria

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

a la superficie. Las suspensiones de arcilla están diseñadas para reducir las pérdidas del fluido de perforación hacia las formaciones permeables, lubricar el tubo de rotación de perforación, unir una pared para evitar derrumbamientos y suspender los materiales cortados. Al perforar para extraer agua, la espesa arcilla barrenada puede ser forzada hacia el interior del acuífero y reducir el flujo al pozo. Los nuevos métodos de rimado y limado han reducido grandemente las dificultades de esta clase. Donde el abastecimiento de agua es grande, la circulación inversa evita las dificultades de cavar sin sellar el acuífero, para este fin, se vierte agua limpia dentro del anillo externo al tubo de perforación, mientras que una bomba crea succión dentro del tubo. Las velocidades altas de ascensión limpian el material grueso del hoyo del pozo.

4.1.3 Perforación por 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 204 mm de diámetro. A través de ellos se remueven fragmentos grandes de roca. Pueden excavar con rapidez hoyos hasta de 1.82 m de diámetro y 213 m de profundidad en rellenos de valles y otros materiales heterogéneos no consolidados. La adición de arena al agua circulante reducirá el agua requerida para compensar las pérdidas hacia las formaciones que se estén perforando.

4.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO SISTEMA DE BOMBEO

4.2.1 Bases

Esta especificación señala los requisitos que se deben cumplir para la instalación mecánica de los equipos de las plantas de bombeo. Para ello deberá contarse con lo siguiente:

Mano de obra especializada para los diferentes trabajos mecánicos incluyendo transporte hasta la obra, ensamble, montaje, ajuste, calibración, conexión pruebas y puesta en servicio de los equipos que requiere el organismo operador.

Herramientas, materiales y demás equipos para la instalación mecánica de las plantas de bombeo.

Transportación, vigilancia y servicios propios del personal, materiales y equipo suministrado por el contratista, y los equipos por instalar.

Reportes claros y detallados de todas las pruebas realizadas a los equipos, los que deberán ser revisados y aprobados por el organismo operador.

4.2.2 Planos

Los planos de trabajo deben indicar la distribución general del sistema, e incluir los arreglos del equipo principal, base o cimentación, accesorios y dispositivos de protección del sistema de bombeo.

Los planos de proyecto contienen:

Características principales del material y equipo mecánico; diseño gráfico de bombas, motores, válvulas, conexiones y tuberías; al ser esquemática, no es exacta su localización, a menos que el organismo operador indique lo contrario.

4.2.3 Verificaciones y cambios

Se requiere que el contratista verifique en el campo las dimensiones señaladas en los planos, ya que las localizaciones, distancias y niveles reales serán gobernados por las condiciones en el campo de cada proyecto particular.

Cuando el proyecto se encargue a varios contratistas, los ajustes requeridos para que el trabajo se adapte a los demás arreglos, deberán hacerse por el contratista sin cargo adicional por el organismo operador.

El organismo operador se reservará el derecho de efectuar cambios en la localización de equipos y tuberías antes de su instalación, sin costo adicional para el.

El contratista registrará todos los cambios que se le indiquen y al terminar la instalación entregará al representante del organismo operador los planos corregidos donde se muestren dichas modificaciones.

4.2.4 Sistemas de bombeo

Tuberías

- La tubería de descarga de la bomba será de acero al carbón, cédula 40, la cual será unida por bridas
- La tubería deberá anclarse a la placa principal de concreto de la planta de bombeo, dejando una separación máxima entre soportes de 1.50 m

Conexiones de tubería

- Todas las conexiones serán de acero liso y podrán ser roscadas, para soldar o bridadas.
- En todas las conexiones soldadas se seguirá el procedimiento de las especificaciones de la AWS (American Welding Society).
- Todas las conexiones deberán protegerse con dos manos de pintura ANSI 24 para exteriores del color que especifique el operador.

Válvulas

- Todas las válvulas serán de compuerta y de retención check, salvo las especiales (alivio, de aire, duo check)
- Las válvulas de compuerta y retención serán de bronce y de acero fundido.
- Las válvulas de más de 3" serán bridadas.
- Se utilizará empaquetadura de asbesto cemento o hule para sellar su instalación en las bridadas, y cinta de teflón en las roscadas.
- La tomillería para las bridas será de acero al carbón de alto grado, cabeza exagonal y rondana de presión.

4.2.5 EQUIPOS

a.- Generalidades

Los equipos mencionados deberán ser instalados por el contratista siguiendo los instructivos para instalación, operación y mantenimiento de cada fabricante.

Los trabajos de instalación estarán a cargo de personal especializado y con herramienta propia del contratista.

b.- Relaciones de equipo

Los párrafos anteriores se refieren a los equipos que a continuación se mencionan, y el contratista será responsable del cuidado y manejo de todos ellos aun cuando no se mencionen en la relación siguiente:

Bombas

Tuberías

Válvula de compuerta

Válvula Check o de retención

Dispositivos de protección

Válvulas especiales

Medidores de flujo

Polipasto

Piezas especiales de acero y fierro fundido

4.2.6 Supervisión

a.- Generalidades

De requerirse, el contratista deberá contar permanentemente en la obra con supervisores para los diferentes niveles de trabajo por realizar.

El personal de supervisión por parte del contratista estará capacitado para resolver cualquier problema de su especialidad que se presente. La permanencia del personal de supervisión en la instalación desde el inicio, hasta que el organismo operador lo juzgue conveniente.

b.- Responsabilidades

El personal de supervisión detectará con anticipación posibles interferencias con otras instalaciones, y propondrá las soluciones en su caso, al organismo operador.

La calidad de los trabajos será responsabilidad del personal de supervisión del contratista y aclarará, cualquier duda o discrepancia en la calidad de los trabajos realizados.

4.2.7 Pruebas

a.- Generalidades

El contratista necesitará con los equipos o mano de obra especializada, para realizar las pruebas necesarias para que todo el sistema de bombeo, opere satisfactoriamente.

Podrán incluirse *pruebas de laboratorio* donde el organismo operador o su representante exijan al fabricante la demostración de que la calidad de los materiales usados, se ajuste a las normas o códigos que correspondan.

Pruebas de taller. Se ensamblarán en el taller y probarán las máquinas como unidades para verificar que cumplan con los requisitos de las especificaciones.

Se entregará con el equipo, el expediente de control de calidad, efectuado durante la procuración de los materiales, y la fabricación del mismo; contendrá como mínimo:

Certificado de materiales

Resultado de pruebas de inspección (rayos X, líquidos penetrantes, etc)

Reporte de chequeo y control dimensional

Reporte de pruebas de taller o fábrica del equipo

Los reportes finales por aceptación del equipo serán firmados por el organismo operador y por el fabricante, y se entregarán hasta que el organismo operador haya funcionado un mínimo de 30 días en forma satisfactoria en plena carga.

El fabricante asignará en la instalación un representante que vigile la operación durante el arranque y puesta en marcha, corriendo los gastos por cuenta del mismo.

b.- Líneas de bombeo

El organismo operador o su representante, deberá ser notificado cuando el contratista vaya a realizar alguna prueba, con el objeto de que pueda presenciaria.

De todas y de cada una de las pruebas, el contratista hará un reporte, indicando los resultados obtenidos así como los comentarios que considere pertinentes, este informe deberá ser por el organismo operador.

Para algunos materiales y/o equipos, el organismo operador se reserva el derecho de llamar a un tercero para realizar las pruebas de aceptación de un equipo o instalación,

suministrando el contratista los materiales y mano de obra auxiliares para la realización de las mismas.

Todo el sistema de bombeo será probado por el contratista para ver que esté instalado correctamente, y tener la seguridad de una continuidad en la operación.

Deberá verificarse en todos los casos los sentidos de rotación de la bomba.

Todas las tuberías deberán ser limpiadas interiormente purgando la línea, antes de operarlas normalmente.

Todos los accesorios de protección serán puestos a prueba para confirmar los rangos de operación.

Todo el sistema de bombeo será probado por fugas a fin de detectarlas y corregirlas.

4.2.8 Bombas

El contratista contará con el equipo necesario para realizar las pruebas de bombeo, las cuales podrán variar de acuerdo con el tipo de instalación, e incluyen:

- Medición de presión de descarga y succión para gastos distintos (empezando desde el gasto cero).
- Medición de nivel de agua del pozo al estar bombeando.
- Pruebas de arranque y paro de bombeo, de acuerdo con los controladores de nivel de agua.
- Pruebas de capacidad de bombeo
- Medición de gastos con relación a la carga dinámica total y verificación de que éstas sean las curvas proporcionadas por el fabricante.

Después de las pruebas, el contratista deberá efectuar todos los cambios y correcciones necesarias si las hay, para dejar en operación todos los equipos y sistemas.

4.2.9 Asesoría Técnica

El proveedor suministrará, los servicios de un técnico calificado para:

- Asesoría en la instalación y pruebas de equipos.
- Asesoramiento en el arranque del equipo.

- Instruir al personal del organismo operador en la adecuada operación y mantenimiento del equipo o sistema si así se requiere.
- Corregir los defectos del sistema y del equipo surgidos durante el arranque.
- Hacer los ajustes del equipo necesario para asegurar un funcionamiento óptimo.

Dichos servicios deberán ser ofrecidos sin cargo por el proveedor; de igual forma no habrá cargo para el organismo operador si se requiriera los servicios del proveedor para la corrección de defectos durante el arranque.

V. IMPACTO AMBIENTAL

Cualquier acción propuesta, ocasiona un efecto sobre el medio ambiente. Este efecto no necesariamente es nocivo.

En el caso de un sistema de bombeo, existen algunas acciones que posiblemente causen efectos más severos sobre ciertas condiciones del medio ambiente que otras; en este caso, la parte que es afectada es la explotación de los acuíferos que es la de mayor relevancia.

Una parte fundamental pudiera ser la sobre explotación del manto, sin olvidar que es una zona de veda, decretada por la CNA.

Por otra parte, la transformación de una zona no productiva será transformada a una zona agrícola, teniendo en cuenta que el desarrollo de los Distritos de Riego existe un grave problema debido a la fumigación de los cultivos, que ocasionan la muerte de animales e insectos. Así como pudiesen ocasionar problemas de salud de las vías respiratorias a las personas que se encuentren asentadas cerca de la zona.

Se vería beneficiado la no erosión así como se pondría mayor énfasis al tratamiento del agua del río Huacapa para su posible aprovechamiento en el desarrollo de más áreas de cultivo.

El agua subterránea está constituida por dos componentes principales: el volumen renovable (recarga estacional del acuífero) y el volumen no renovable (almacenamiento del acuífero). El manejo de ambos depende, entre otras cosas, de la determinación del potencial que tenga cada uno y además de la existencia o falta de fuentes alternativas que permitan realizar el uso conjunto de los recursos hidráulicos existentes.

En la actualidad, la tendencia en el manejo de acuíferos se enfoca a determinar niveles máximos y mínimos del agua con el fin de regular la capacidad de su almacenamiento, coadyuvando con esto al desarrollo de actividades económicas que de otra manera no podrían realizarse. Dentro de este planteamiento es necesario considerar siempre los efectos que podrían generarse en el comportamiento de los acuíferos, a fin de evitar que se lleguen a producir colapsos económicos al no poder restituir las condiciones originales en que se inició la explotación del agua subterránea.

El manejo del agua subterránea responde además de las diversas condiciones físicas del medio (clima, hidrología, geología, etc.), a las presiones socioeconómicas producidas por el mismo desarrollo. Ello ha motivado que en algunas zonas del país el volumen extraído de los acuíferos rebase su recarga natural y se generen abatimientos progresivos en los niveles piezométricos, lo que trae como efectos laterales incrementos

en los costos de bombeo, intrusión de agua de mar en acuíferos costeros, asentamiento de terrenos, formación de grietas y migración de aguas salobres. En el caso estudio 2.4 se explica el impacto ambiental de la sobre explotación del agua subterránea en la Ciudad de México que ha ocasionado un hundimiento de aproximadamente 9 metros en lo que va del siglo.

Con el fin de evitar que los problemas generados por la sobre explotación perjudiquen cada vez más la economía de las zonas afectadas, ha sido necesario resolver graves problemas de manejo, mediante soluciones tales como la reducción de las extracciones hasta un volumen del orden de la extracción permanente, y cuando esto no es posible, por lo menos reducir la magnitud de los efectos indeseables a fin de alargar la vida útil de los acuíferos, aplicando medidas correctivas, como implantación de vedas rígidas que impidan la perforación de nuevos pozos, redistribución de las captaciones para reducir la velocidad del abatimiento, incremento de la recarga mediante la infiltración artificial, importación de agua desde cuencas vecinas y relocalización de captaciones a distancias mayores de litoral, en el caso de acuíferos costeros. Una herramienta que cada vez más se aplica, es el uso de modelos de predicción del comportamiento de los acuíferos, ya que mediante ellos ha sido posible plantear alternativas de explotación que permiten definir la más conveniente, tanto en el aspecto geohidrológico como en el económico.

Las principales ventajas que presenta la utilización de las aguas subterráneas son: Costo de construcción de pozos, generalmente menor que el costo de las obras de captación de agua superficial, tales como presas, represas, diques y plantas de tratamiento.

Conclusiones

Sin duda, la agricultura es la base primordial de las formas de producción para el desarrollo de una sociedad.

La manera de pensar y de cooperar son determinantes para que una idea se haga realidad.

No importa cuan grande sean los recursos naturales con que se cuentan en la región si se aprovechan de una manera tecnológica y sistemática.

En un principio se pensó en un sistema de almacenamiento mediante tanques en las partes altas de la zona, pero el agua que se utiliza para irrigación usa grandes volúmenes, ocasionando con ello diseño de tanques extremadamente grandes y por lo tanto incosteables.

La superficie Aprovechable para irrigación se tuvo que reducir aproximadamente un tercio de ésta, debido a que en el análisis de requerimientos de agua para el jitomate no es suficiente (uso consuntivo) con la que se tiene disponible en el lugar; Los cultivos pudieran ser castigados en cuanto a agua se refiere si se hubiera analizado para toda la zona planteada en un principio, ocasionando así una disminución en la producción óptima.

Para los pozos mencionados se determinó que deben tener un tratamiento de rehabilitación, ya que 5 están deteriorados debido al azolve provocado por el desbordamiento del río Huacapa. Además de que existe el proyecto de rectificación de éste así como la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales para la Ciudad de Chilpancingo.

Si se lograra el desarrollo de este proyecto se tendría un impacto en las aguas subterráneas y en el aire, pero se obtendrían beneficios a la no erosión de la zona.

Con todo lo anterior la calidad y nivel de vida de los habitantes de esa zona se elevará sustancialmente, ya que la mayoría, actualmente es ocupada en subempleos.

RECOMENDACIONES

Para lograr los objetivos específicos del Distrito, se requiere aplicar la estrategia adecuada que contemple la interrelación de los diversos factores que inciden en el aumento de la producción y productividad en las actividades seleccionadas, estando compuestas por las siguientes acciones:

- Investigación para generar tecnología apropiada para las diferentes condiciones ecológicas y sociales.
- Divulgación y capacitación, a fin de promover el uso de la tecnología.
- Detectar créditos ágiles y oportunos a fin de contar con recursos suficientes para aplicar la tecnología apropiada.
- Que existan seguros agrícolas para condiciones de pérdidas de cultivo (jitomate).
- Abastecimiento oportuno de insumos que derivan del cambio tecnológico.
- Relación, costos de insumos, precio de los productos favorables que induzcan al productor a la adopción de la tecnología y al aumento de la productividad.
- Mercado suficiente para la producción esperada con precio justo.
- Obras de infraestructura para la producción esperada con precio justo.
- Obras de infraestructura para la producción, que mejoren los recursos con que disponen los productores.

Referencias

Sotelo Ávila Gilberto. "Hidráulica General" Vol. 1, Editorial Limusa, México D.F, 1997

Gardea Villegas Humberto. "Aprovechamientos Hidroelectricos y de bombeo", Editorial Trillas, México D.F, 1992

Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. "Prontuario de riego por gravedad", México D.F, 1982

Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. "Proyectos de plantas de bombeo", México D:F, 1982

Comisión Nacional del Agua. "Manual de diseño de agua potable alcantarillado y saneamiento". Perforación de pozos Libro V. México D.F, 1994

Comisión Nacional del Agua. "Manual de diseño de agua potable alcantarillado y saneamiento". Selección de equipo electromecánico Libro V. México D.F, 1996

Cuaderno Estadístico Municipal Chilpancingo de los Bravo edición 1997, INEGI

Estudios FAO: "Riego y drenaje". Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos Roma 1979

Wilsie P. Carroll. "Cultivos: Aclimatación y Distribución". Editorial Acribia. Zaragoza España 1966

Ponce Coss Cuahutemoc. Tesis. "Análisis Socioeconómico del Municipio de Chilpancingo Guerrero". 1984

Medina Andrade Patricio. Tesis. Problemas del desarrollo agrícola en el estado de Guerrero. 1969

Gracia Sánchez Jesús (1998). "Sistemas de irrigación y drenaje", Instituto de Ingeniería,
UNAM

Carta topográfica y geológica, INEGI

César Valdéz Enrique (199-). "Sistemas de abastecimiento de agua potable", Facultad de
Ingeniería

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Anexo A

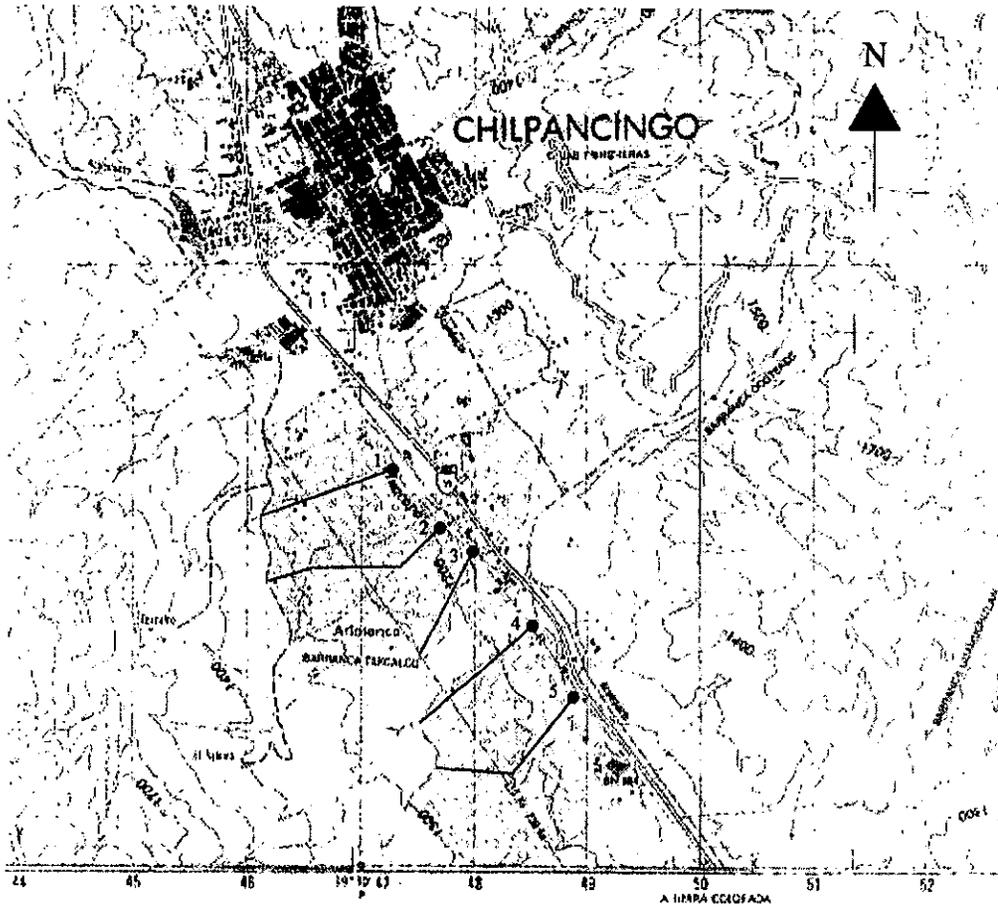
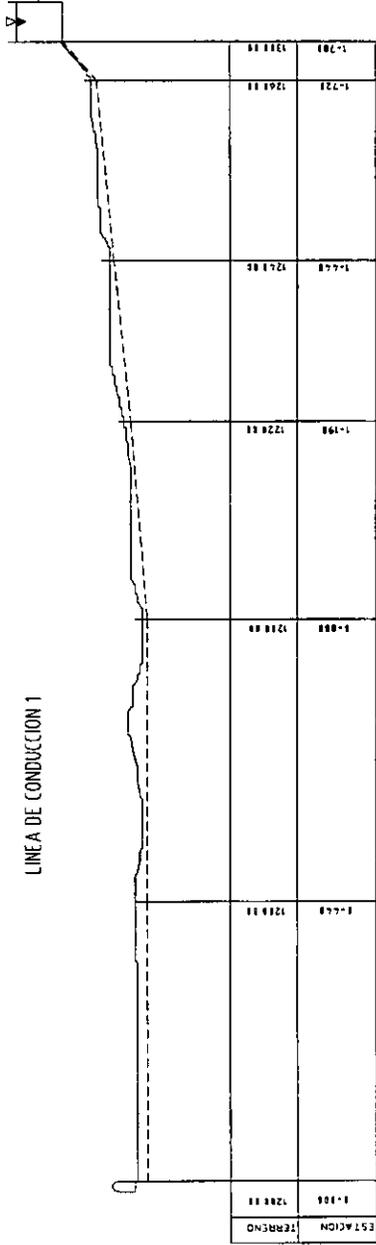


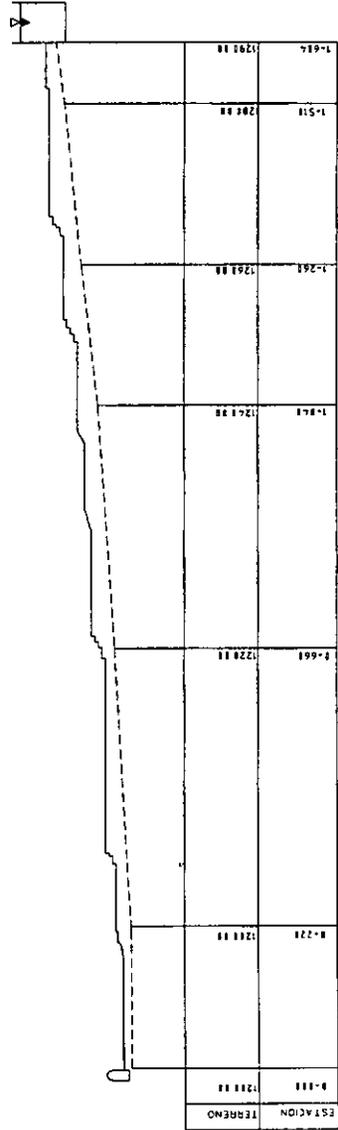
Fig. 3.1.- Localización de pozos y líneas de conducción.

ANEXO A

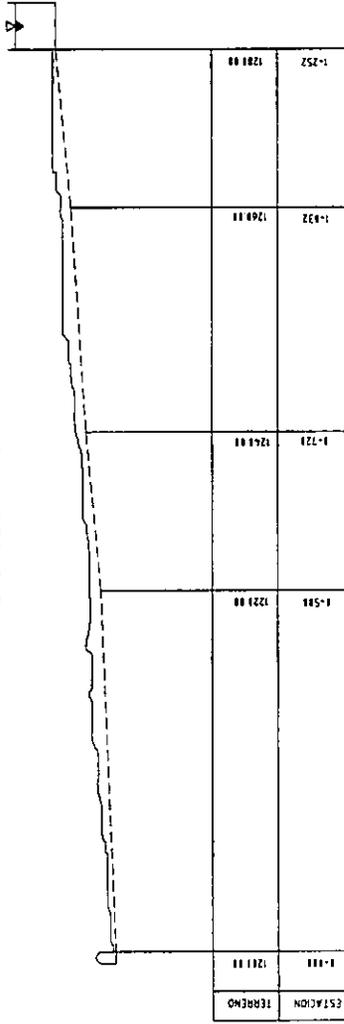
LINEA DE CONDUCCION 1



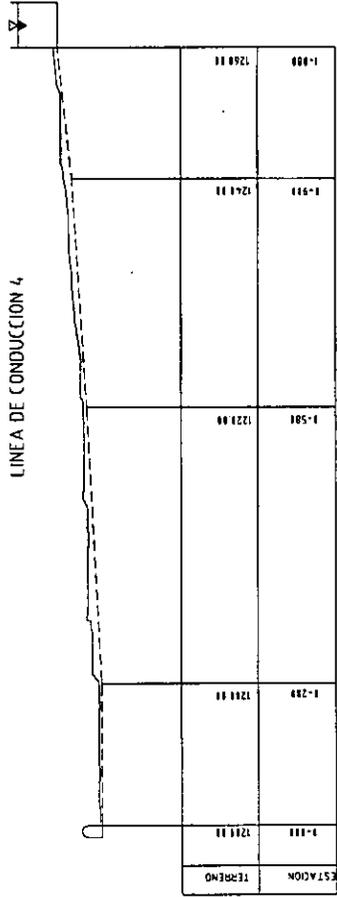
LINEA DE CONDUCCION 2



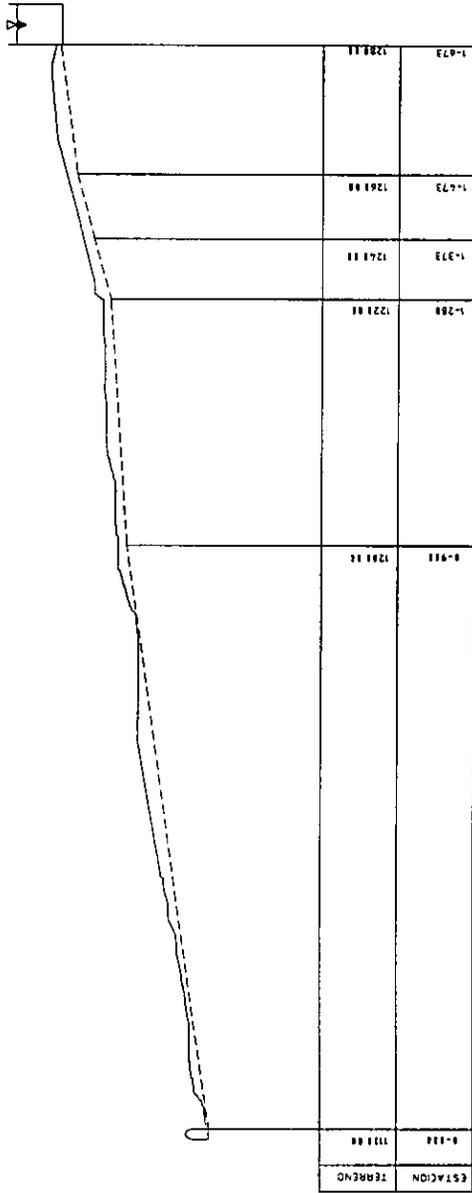
LINEA DE CONDUCCION 3



LINEA DE CONDUCCION 4



LINEA DE CONDUCCION 5



Anexo B

Diámetro más económico
línea 1

Unidad más Permisible	Diám. Cal	Diám. nom	Área m ²	Carga en m ²	Unicidad en m ²	Long. Línea m	Q ²	Máxim. Permisible	Presión del Alcantarillado	Coeficiente de Fricción	Perdida de Carga por Fricción	Carga Admisible (Kg)	Diámetro Requerido (mm)
1470	0.1020	0.107	0.0081713	0.041	0.01750443	1892.00	0.001881	3.198984508	0.04	0.000302137	598.2497977	7.407170194	200 1.404.231.660
1470	0.1140	0.121	0.01020706	0.041	0.018628198	1892.00	0.001881	2.981787091	0.04	0.000339877	379.7489202	5.000012504	200 1.524.848.833
1470	0.1300	0.141	0.01484898	0.041	0.023945981	1892.00	0.001881	2.146482266	0.04	0.000283198	75.3527866	1.982003259	200 1.277.034.816
1470	0.1500	0.165	0.02285713	0.041	0.034854432	1892.00	0.001881	1.942084705	0.04	0.000230605	63.9719988	1.690111890	200 1.243.987.176
1470	0.1750	0.195	0.03280555	0.041	0.045770084	1892.00	0.001881	1.697225987	0.04	0.000187944	53.7088938	0.497286129	200 1.218.860.716
1470	0.23	0.25	0.04141190	0.041	0.06848512	1892.00	0.001881	1.41855181	0.04	0.000178153	6.768310818	0.261772146	200 1.209.170.983

Presión de trabajo de la tubería (kg/cm ²)	Diám. Nominal del Vaso	Área	ES ²	ES ³	ES ⁴	ES ⁵	ES ⁶	ES ⁷	ES ⁸	ES ⁹	ES ¹⁰	ES ¹¹	ES ¹²
1470	0.1020	0.18	0.01756	77.54837	2108.340	62320	0.034328973	77.54837	1.033330873	1.01877414	715.5432182	372.4345745	143.1086438
1470	0.1140	0.21	0.01883	847.44088	2358.380	88050	0.029607724	1.026007724	1.013516524	574.8476917	458.8711337	114.9865324	894.2514879
1470	0.1300	0.24	0.023847	327.82335	3141.840	115200	0.028177884	1.028177884	1.013988601	352.1927657	258.4822335	84.62053874	534.8489277
1470	0.1500	0.28	0.029237	1742.860	3742.860	172800	0.027059562	1.027059562	1.010886895	289.2827988	212.2842338	53.95655587	247.0348154
1470	0.1750	0.34	0.03528	1000.800	4350.800	201600	0.025525258	1.025525258	1.010255258	182.2182177	144.2519421	30.19438533	245.9971158
1470	0.23	0.34	0.04682	143.98884	4754.100	115200	0.043332025	1.043332025	1.021082685	149.1342117	112.1065374	28.02058433	208.1700861

Presión de trabajo de la tubería (kg/cm ²)	Diám. Nominal del Vaso	Área	ES ²	ES ³	ES ⁴	ES ⁵	ES ⁶	ES ⁷	ES ⁸	ES ⁹	ES ¹⁰	ES ¹¹	ES ¹²
1470	0.1020	0.18	0.01756	77.54837	2108.340	62320	0.034328973	77.54837	1.033330873	1.01877414	715.5432182	372.4345745	143.1086438
1470	0.1140	0.21	0.01883	847.44088	2358.380	88050	0.029607724	1.026007724	1.013516524	574.8476917	458.8711337	114.9865324	894.2514879
1470	0.1300	0.24	0.023847	327.82335	3141.840	115200	0.028177884	1.028177884	1.013988601	352.1927657	258.4822335	84.62053874	534.8489277
1470	0.1500	0.28	0.029237	1742.860	3742.860	172800	0.027059562	1.027059562	1.010886895	289.2827988	212.2842338	53.95655587	247.0348154
1470	0.1750	0.34	0.03528	1000.800	4350.800	201600	0.025525258	1.025525258	1.010255258	182.2182177	144.2519421	30.19438533	245.9971158
1470	0.23	0.34	0.04682	143.98884	4754.100	115200	0.043332025	1.043332025	1.021082685	149.1342117	112.1065374	28.02058433	208.1700861

Presión de trabajo de la tubería (kg/cm ²)	Diám. Nominal del Vaso	Área	ES ²	ES ³	ES ⁴	ES ⁵	ES ⁶	ES ⁷	ES ⁸	ES ⁹	ES ¹⁰	ES ¹¹	ES ¹²
1470	0.1020	0.18	0.01756	77.54837	2108.340	62320	0.034328973	77.54837	1.033330873	1.01877414	715.5432182	372.4345745	143.1086438
1470	0.1140	0.21	0.01883	847.44088	2358.380	88050	0.029607724	1.026007724	1.013516524	574.8476917	458.8711337	114.9865324	894.2514879
1470	0.1300	0.24	0.023847	327.82335	3141.840	115200	0.028177884	1.028177884	1.013988601	352.1927657	258.4822335	84.62053874	534.8489277
1470	0.1500	0.28	0.029237	1742.860	3742.860	172800	0.027059562	1.027059562	1.010886895	289.2827988	212.2842338	53.95655587	247.0348154
1470	0.1750	0.34	0.03528	1000.800	4350.800	201600	0.025525258	1.025525258	1.010255258	182.2182177	144.2519421	30.19438533	245.9971158
1470	0.23	0.34	0.04682	143.98884	4754.100	115200	0.043332025	1.043332025	1.021082685	149.1342117	112.1065374	28.02058433	208.1700861

Díametro más económico
Línea 3

Por Presión	Diámetro Económico	Carga Económica	Velocidad Económica	Área Económica	Coste Económico	Capacidad Económica	Coeficiente Económico	Factor Económico	Período Económico	Coste Económico	Velocidad Económica	Área Económica	Coste Económico	Capacidad Económica	Coeficiente Económico	Factor Económico	Período Económico	Coste Económico
1	0.17837548	102	0.080644	7.88126274	1522.86	0.004192514	527.417334	0.84	0.00032137	80	100.315682	19.7274279	80	799.827944	0.83	97.8787418	0.83	78.747418
1.78	0.1220	152	0.118797	5.76724002	1522.86	0.004192514	317.176886	0.84	0.00038171	80	212.784623	12.3532842	80	411.297248	0.83	410.462828	0.83	410.462828
1.78	0.1220	152	0.118797	5.76724002	1522.86	0.004192514	317.176886	0.84	0.00038171	80	212.784623	12.3532842	80	411.297248	0.83	410.462828	0.83	410.462828
1.78	0.1220	152	0.118797	5.76724002	1522.86	0.004192514	317.176886	0.84	0.00038171	80	212.784623	12.3532842	80	411.297248	0.83	410.462828	0.83	410.462828
1.78	0.1220	152	0.118797	5.76724002	1522.86	0.004192514	317.176886	0.84	0.00038171	80	212.784623	12.3532842	80	411.297248	0.83	410.462828	0.83	410.462828

Presión	Diámetro	Carga	Velocidad	Área	Coste	Capacidad	Coeficiente	Factor	Período	Coste	Velocidad	Área	Coste	Capacidad	Coeficiente	Factor	Período	Coste
1.78	0.1220	152	0.118797	5.76724002	1522.86	0.004192514	317.176886	0.84	0.00038171	80	212.784623	12.3532842	80	411.297248	0.83	410.462828	0.83	410.462828
1.78	0.1220	152	0.118797	5.76724002	1522.86	0.004192514	317.176886	0.84	0.00038171	80	212.784623	12.3532842	80	411.297248	0.83	410.462828	0.83	410.462828

Presión	Diámetro	Carga	Velocidad	Área	Coste	Capacidad	Coeficiente	Factor	Período	Coste	Velocidad	Área	Coste	Capacidad	Coeficiente	Factor	Período	Coste
1.78	0.1220	152	0.118797	5.76724002	1522.86	0.004192514	317.176886	0.84	0.00038171	80	212.784623	12.3532842	80	411.297248	0.83	410.462828	0.83	410.462828
1.78	0.1220	152	0.118797	5.76724002	1522.86	0.004192514	317.176886	0.84	0.00038171	80	212.784623	12.3532842	80	411.297248	0.83	410.462828	0.83	410.462828

Diámetro más económico
Línea 4

Vel. Perforadora	Clas. Cdk	Clas. menor	Área del	Costo en m³	Velocidad en m/h	Long. Línea en m	C ²	Multiplicador por 1000	Requisitos de Abastecimiento									
3	0.10012439	102	0.100171302	0.1336	4.66279149	1000.00	0.00114616	20891.1963	0.04	0.000287137	0.015	228.118284	2.7800080	400	296.1196683	0.04	11.8623207	
114	0.100171302	114	0.100171302	0.1336	3.17964211	1000.00	0.00114616	276428.26	0.04	0.000287137	0.015	157.5541317	4.664370114	400	148.2107153	0.04	115.2196255	
124	0.101154281	124	0.101154281	0.1336	2.142112885	1000.00	0.00114616	297419.77	0.04	0.000287137	0.015	28.45398974	1.978350330	400	8.932506113	0.04	15.12954981	
134	0.102137260	134	0.102137260	0.1336	1.421523213	1000.00	0.00114616	153241.6038	0.04	0.000287137	0.015	8.231441484	0.483006564	400	8.231441484	0.04	9.82717193	
144	0.103120239	144	0.103120239	0.1336	0.95112271	1000.00	0.00114616	137811.3783	0.04	0.000287137	0.015	3.389461035	0.231113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	

Vel. Perforadora	Clas. Cdk	Clas. menor	Área del	Costo en m³	Velocidad en m/h	Long. Línea en m	C ²	Multiplicador por 1000	Requisitos de Abastecimiento									
154	0.104103218	154	0.104103218	0.1336	0.620728149	1000.00	0.00114616	121611.3783	0.04	0.000287137	0.015	1.238461035	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	
164	0.105086197	164	0.105086197	0.1336	0.410712885	1000.00	0.00114616	104241.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.823144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	
174	0.106069176	174	0.106069176	0.1336	0.280712885	1000.00	0.00114616	91841.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.573144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	
184	0.107052155	184	0.107052155	0.1336	0.190712885	1000.00	0.00114616	80641.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.423144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	
194	0.108035134	194	0.108035134	0.1336	0.130712885	1000.00	0.00114616	71641.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.323144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	
204	0.109018113	204	0.109018113	0.1336	0.090712885	1000.00	0.00114616	64641.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.273144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	

Vel. Perforadora	Clas. Cdk	Clas. menor	Área del	Costo en m³	Velocidad en m/h	Long. Línea en m	C ²	Multiplicador por 1000	Requisitos de Abastecimiento									
214	0.110001092	214	0.110001092	0.1336	0.060712885	1000.00	0.00114616	58641.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.223144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	
224	0.110984071	224	0.110984071	0.1336	0.040712885	1000.00	0.00114616	53641.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.173144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	
234	0.111967050	234	0.111967050	0.1336	0.030712885	1000.00	0.00114616	49641.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.123144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	
244	0.112950029	244	0.112950029	0.1336	0.020712885	1000.00	0.00114616	46641.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.073144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	
254	0.113933008	254	0.113933008	0.1336	0.010712885	1000.00	0.00114616	44641.6038	0.04	0.000287137	0.015	0.023144184	0.153113175	400	0.153148273	0.04	3.011816548	

Diário de Contas Econômico
Linha 5

Ordem de Prioridade	Item Cód.	Descrição	Quantidade	Valor unit.	Valor tot.	Unidade	Valor unit.	Valor tot.												
1476	1476	1.030	10	1.030	10	10	103,00	1030,00	10	103,00	1030,00	10	103,00	1030,00	10	103,00	1030,00	10	103,00	1030,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
	1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00
1476	8.130	10	8130,00	10	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	10	813,00	8130,00	

OBRA: LINEA 1
 UBICACION:
 CONSTRUCTORA:

CLAVE	ENUNCIADO DEL CONCEPTO	Cantidad para cada diametro										PRECIO UNITARIO										IMPORTE (\$)										
		4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	
RTTR-151	REGISTRO DE 40 x 0.90 MTS. EN MEDIDAS INTERIORES Y 1.50 MTS. DE ALTO, CON MUROS DE TABIQUE DE BARRO ROJO RECOCIDO 6x13x24 CMS. DE 13 CMS. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4, CARAS INTERIORES APLANADAS CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5 ACABADO PULIDO, BASE Y TAPA DE 10 CMS. CON CONCRETO FC = 150 KG/CM ² , ARMADA CON VARILLA DE 3/8" Ø 30 CMS. DE SEPARACION EN AMBOS SENTIDOS, CON MARCO Y CONTRAMARCO A BASE DE ANGULO DE ACERO ESTRUCTURAL DE 7" # INCLUYE EXCAVACION, RELLENO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, PLANTILLA DE CONCRETO FC = 150 KG/CM ² DE 5 CMS. DE ESPESOR, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TUBO EN MEDIDA CAÑA DE 20 CMS. DE # P.U.O.	U	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2
		PZA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	3,250	3,250	3,250	3,250	3,250	3,250	3,250	3,250	3,250	3,250
TR48-061	TAPA DE REGISTRO DE 40 x 60 CMS. DE CONCRETO Fc=250 KG/CM ² COLADO EN MARCOS DE FERRO DE ANGULO DE FERRO DE 2"x3/16", CON ANCLAS DE ANGULO DE FERRO DE 1"x1/8" INCLUYE APLICACION PREVIA DE PINTURA ANTICORROSIVA Y ESMALTE EN MARCOS, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO P.U.O.	PZA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
PEAC-100	SUMINISTRO Y APLICACION DE PINTURA ESMALTE ALQUIDALICO COMEX 100 SOBRE TUBERIA DE 8" DE DIAMETRO, EN COLOR AZUL, INCLUYE PREPARACION DE LA SUPERFICIE, UNA MANO DE PRIMER ANTICORROSIVO ROJO ECONOMICO Y DOS DE PINTURA, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA, P.U.O.	ML	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	8	10	12	14	16	22	13,544	16,930	20,316	23,702	16,930	20,316	23,702	27,088						
TC48-200	SUMINISTRO, COLOCACION Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE TUBO DE ACERO SODABLE SIN COSTURA, CEDIJA 40, DE 200 MM. DE # INCLUYE QUIEBRES, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, P.U.O.	ML	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	1,993	290	290	290	290	290	290	1,309	1,690	2,071	2,452	4,740	5,660	6,580	7,500	8,420	9,340	10,260	11,180	12,100	13,020
BC48-250	SUMINISTRO, COLOCACION Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE BRIDA DE ACERO CON CUELLO SODABLE, CEDIJA 40, DE 200 MM. DE # INCLUYE QUIEBRES, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO P.U.O.	PZA	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	37,500	56,250	75,000	93,750	112,500	131,250	150,000	168,750	187,500	206,250
TC48-425	SUMINISTRO, COLOCACION Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE TEE DE ACERO SODABLE, SIN COSTURA, CEDIJA 40, REDUCIDA, DE 100MM DE # INCLUYE MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO P.U.O.	PZA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600
VCB4-250	SUMINISTRO, COLOCACION Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE VALVULA DE COMPUESTA BRINDADA DE 120 LBAS. (C) CON VASTAGO FIJO DE FORJIDA DE # INCLUYE TORNO DE CARBEZA DE MAGNINA Y EMPAQUE DE FLOJO DE 200 MM. AS TERNALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA P.U.O.	PZA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	400	550	700	850	1,000	1,150	1,300	1,450	1,600	1,750
VE48-150	SUMINISTRO, COLOCACION Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE VALVULA ELIMINADORA DE AIRE DE 100 MM DE # INCLUYE MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA P.U.O.	PZA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,200	1,600	2,000	2,400	2,800	3,200	3,600	4,000	4,400	4,800

OBRA: LINEA 1

UBICACION:

CONSTRUCTORA:

CLAVE	ENUNCIADO DEL CONCEPTO	Cantidad para cada diametro									PRECIO UNITARIO									IMPORTE (\$)								
		4	4 1/2	6	8	8 1/2	9	1	1 1/2	2	3	4	4 1/2	6	8	8 1/2	9	1	1 1/2	2	3	4	4 1/2	6	8	8 1/2	9	
VME-113	SUMINISTRO, COLOCACION Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE VALVULA DE RETENCION HORIZONTAL F-10 DE 200 MM DE DIAMETRO. INCLUYE MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. P U O T																											
ARC-003	REGISTRO DE 100 x 100 MTS. EN MEDIDAS INTERIORES Y 1.50 MTS. DE ALTO, CON MUROS DE TABIQUE DE BARRO ROJO RECOCIDO 7 x 14 x 28 CMS. DE 14 CMS. DE ESPESOR, CARAS INTERIORES APALAMADAS CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5 ACABADO FINO, BASE Y TAPA DE 10 CMS. CON CONCRETO F-C-150 KG/CM ³ , ARMADA CON VARILLA DE 3/8" @ 30 CMS. DE SEPARACION EN AMBOS SENTIDOS, CON MARGO Y CONTRAMARGO A BASE DE ANGULO DE ACERO ESTRUCTURAL DE 2" # INCLUYE EXCAVACION, RELLENO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, PLANTILLA DE CONCRETO FC=100 KG/CM ³ DE 5 CMS. DE ESPESOR, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TUBO EN MEDIDA CARA DE 20 CMS. DE P U O T	3	3	3	3	3					1,530	1,530	1,530	1,530	1,530						4,590	4,590	4,590	4,590	4,590			
BALD-10P	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BOMBA DE AGUA, MARCA CARVAL SUECO DE 15AL CON UN GASTO DE 4.5 LPS. CARGA UNIMICA DE 31 MTS. DE PERDIDA DE 894, 1,450 MM. IMPULSOR DE 1387 MM (197) SUGORON DE 50 MM, DESCARGA DE 30 MM. DE # Y TUBO DE SIFON INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. P U O T																											

Este calculo se realiza de la misma manera para las siguientes cuatro lineas de conduccion cuyo resumen se presenta en el apartado del diametro más económico.

574,563	673,799	681,630	833,896	1,647,344	2,838,814
28,728	33,680	34,562	41,895	82,387	131,941
603,291	707,469	720,212	875,593	1,729,111	2,770,754

% de instalacion electrica
Total de presupuesto

Anexo C

ANEXO C

TIPO DE BOMBA MÁS CONVENIENTE

Mediante observaciones prácticas han sido bien establecidas los límites de la velocidad específica de los impulsores en los diferentes tipos de Bombas Centrífugas, siendo las más recomendadas por lo general los siguientes tipos:

Para Bombas Centrífugas tipo de turbina	$N_s < 4000$
Para Bombas Centrífugas tipo mixto	$4000 < N_s < 8000$
Para Bombas Centrífugas de propulsor	$N_s > 8000$

Velocidad específica de una bomba centrífuga está dada por la expresión:

$$N_s = N \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

$$N = \frac{60f}{P} \left(1 - \frac{R}{100} \right)$$

Siendo: N_s = Velocidad específica del impulsor

N = Velocidad de rotación del impulsor

Q = Gasto de descarga de la bomba: GPM

H = Altura de descarga: ft

f = Frecuencia eléctrica: Hertz

P = Número de polos

R = factor de resbalamiento, oscila entre 2% y 10%

Para el cálculo de la velocidad de rotación del impulsor, utilizaremos un sistema de 2 polos y una frecuencia de 60 Hertz.

$$N = \frac{60 \times 60}{2} \left(1 - \frac{2}{100} \right) = 1764 \text{ rpm}$$

Cálculo de la velocidad específica de la bomba						
N	Q en GPM	$Q^{0.5}$	H en Pies	$H^{3/4}$	N_s	Tipo de bomba
1764	649.88	25.4927441	656.49	129.694359	346.732124	Radial
1764	798.88	28.2644653	344.48	79.9600412	623.542911	Radial
1764	1021.44	31.959975	262.47	65.2093323	864.560238	Radial
1764	627.7	25.0539418	196.85	52.5534903	840.955627	Radial
1764	557.94	23.6207536	590.55	119.796052	347.816215	Radial

Cálculo del número de pasos: La bomba será de la marca Fairbanks-Morse Pomona, vertical, con cabezal de descarga de 8", estarán siempre ahogadas en el pozo y estarán siempre acopladas en los pozos y estarán siempre acopladas a un motor eléctrico vertical de flecha tubular

Entrando en la gráfica de la bomba correspondiente con los distintos gastos hasta cortar la curva del impulsor tipo A, obtenemos en el eje de las ordenadas una carga total del impulsor e equivalente, así para la bomba 1 se tiene que: Para $Q_1 = 649.88$ GPM; $H = 38' = 11.58$ m. Ahora bien, si la carga total manométrica es de 30.00 m, el número de pasos es:

$$\frac{200.1}{11.58} = 17.2 = 18 \text{ pasos}$$

Cálculo del número de pasos			
H	Profundidad	Profundidad/H	Pasos
11.5824	105	9.065478657	10
9.144	80	8.748906387	9
9.2964	60	6.454111269	7
12.2	180	14.75409836	15

Cálculo de la potencia necesaria del motor para accionar la bomba.

En la misma gráfica entramos con el gasto en galones por minuto hasta que corte la curva del impulsor tipo A, correspondiente a una potencia de 9.25 HP; para la primera bomba que tiene 4 pasos, la potencia necesaria del motor para elevar el agua a una carga total de 200.1 m, será $HP = 9.25 \times 4 = 37$ HP, utilizaremos un motor con potencia de 40 HP. La eficiencia del motor según la gráfica será correspondiente, es de un 79%

Carga estática	HP de tabla	Pasos	HP de motor	HP a usar
105	9.25	4	37	40
80	9.25	5	46.25	50
60	9.25	4	37	40

Con objeto de poder determinar la profundidad del nivel del agua en cualquier momento se instalará un equipo indicador de nivel que consiste de una sonda neumática con un manómetro, una válvula y una bomba de aire.