



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**“ A R A G O N ”**

9  
24

**Estudios de Factibilidad Técnica para el Mejoramiento  
de los Servicios de Agua Potable a la Población de  
C.D. Serdan, Puebla**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presenta:

**RODOLFO CHAVEZ VAZQUEZ**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**San Juan de Aragón, Méx. 1992**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## REFERENCIAS

1.- Hidráulica General Vol I Fundamentos. Gilberto Sotelo Avila. Limusa 1974.

2.- Normas Generales para Proyectos de Aprovisionamiento de Agua Potable a las Poblaciones de la República Mexicana. SAHOP.1982.

3.-Municipios del Estado de Puebla. INEGI. 1985.

4.- XI Censo General de Población. datos preelminares. INEGI. 1990.

5.- Dictamen Geohidrológico de Cd. Serdán. SAHOPEP. 1989

6.- Plan de Desarrollo municipal. Mpio. Chalchicomula de Sesma

7.- Estudio de Factibilidad Técnica, Económica y financiera para el mejoramiento de servicios de agua potable a la ciudad de Tula, hidalgo. SARH . CNA.

8.- Mecánica de Fluidos, Victor L. Streeter E. Benjamin Wyle, Mc. Graw Hill, 1987.

## GLOSARIO DE TERMINOS

D = Diámetro del tubo [ L ]

P = Presión [ F L<sup>-2</sup> ]

V = Velocidad en el tubo [ LT<sup>-1</sup> ]

$\nu$  = Viscosidad Cinemática [ L<sup>2</sup> T<sup>-1</sup> ]

Re = Número de Reynolds [ 0 ]

Q = Gasto ó caudal [ L<sup>3</sup> T<sup>-1</sup> ]

g = Aceleración de la gravedad [ L T<sup>-2</sup> ]

$\gamma$  = Peso específico del agua [ F L<sup>-3</sup> ]

A = Area del tubo [ L<sup>2</sup> ]

H = Carga a vencer [ L ]

## LISTA DE TABLAS

NUM	C O N T E N I D O	pagina
1.-	Poblacion histórica Censada	9
2.-	Población futura	13
3.-	Proyección de la población	18
4.-	Tomas de agua potable	45
5.-	Consumos de agua potable	47
6.-	Proyección de demandas	48
7.-	Proyección de demandas	49
8.-	Proyección de demandas	50
9.-	Resumen de demandas	51
10.-	Resumen de demandas	52
11.-	Resumen de aforos	56
12.-	Tarifas de agua potable	67
13.-	Ingresos y egresos	68

## LISTA DE FIGURAS

NUM.	CONTENIDO	pagina
1.-	Croquis de localización	20
2.-	Recursos hidráulicos existentes	23
3.-	Fonoteria del cárcamo de bombeo	35
4.-	Curvas de oferta demanda	57
5.-	Curvas de oferta demanda	58
6.-	Curvas de oferta demanda	59
7.-	Organigrama del organismo operador	64
8.-	Red de agua potable Cd. Serdán	101
9.-	Red de agua potable colonia La Gloria	105

# I N D I C E

	pagina
<b>1 INTRODUCCION</b>	
1.1 Objetivos del estudio.	1
1.2 Descripción del área de estudio	2
1.3 Características socioeconómicas de la población	9
1.4 Población de proyecto	12
<b>2 DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b>	
2.1 Captaciones	19
2.2 Potencial hidráulico de las fuentes de abastecimiento	26
2.3 Conducción	27
2.4 Red de distribución	36
<b>3 REQUERIMIENTOS DE LOS SISTEMAS</b>	
3.1 Análisis de las demandas de agua	43
3.2 Análisis de los sistemas de agua potable	53
3.3 Dictamen	63
<b>4 ALTERNATIVAS DE SOLUCION</b>	
4.1 Alternativas de fuentes de abastecimiento	73
4.2 Alternativas de conducción	75
4.3 Alternativas de distribución	77
4.4 Selección y jerarquización de alternativas	79

<b>5 DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS</b>	<b>pagina</b>
5.1 Captación	----- 85
5.2 Líneas de conducción	----- 91
5.3 Regulación	----- 94
5.4 Distribución	----- 99
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1 Impacto ambiental de los proyectos	----- 107
6.2 Conclusiones y recomendaciones	----- 109
<b>7 ANEXOS</b>	
7.1 Memorias de cálculo	
7.2 Planos de infraestructura existente	
7.3 Planos de proyecto ejecutivo	

## 1.0 INTRODUCCION.

### 1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

El presente estudio tiene como principales objetivos los siguientes:

a) Evaluar la capacidad de los servicios de agua potable, identificando los requerimientos actuales y futuros, de acuerdo al crecimiento de las demandas de estos servicios, con objeto de planear las acciones, definir los requerimientos de inversión y auxiliar al organismo operador para que éste pueda manejarse de manera autosuficiente.

En el caso de Cd. Serdán el organismo operador es denominado "SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

b) Identificar, evaluar, jerarquizar y programar en el tiempo las acciones que se requieran para mejorar los servicios de agua potable.

c) Mediante la realización del estudio identificar los aspectos ambientales que pudiera provocar la realización de los proyectos.

d) Evaluar la factibilidad técnica y económica de los proyectos que se pretenden llevar a cabo.

## 1.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

### LOCALIZACION

Ciudad Serdán esta ubicada en la parte Centro-Este del estado de Puebla, que corresponde a las estribaciones del volcán Citlaltepétl o Pico de Orizaba.

El municipio está localizado entre el paralelo 18o-59'-10" latitud Norte y el Meridiano 97o-26'-52" longitud Oeste, a una altura promedio sobre el nivel del mar de 2540 metros, conformando la parte Oriental de la altiplanicie poblana.

La superficie del Municipio es de 346.85 km cuadrados y representa el 1.07 % respecto al estado, mientras la cabecera municipal cuenta con aproximadamente 260 has. Sus límites son: Al noreste con los municipios de Aljojuca y Tlachichuca, al sur con Esperanza y Palmar de Bravo, al oriente con el estado de Veracruz y con el municipio de Atzintzintla y al poniente con San Juan de Atenco y Quecholac. Esta considerado como la cabecera de la región económica número III del estado de Puebla.

### OROGRAFIA

El municipio está conformado parcialmente por terreno montañoso; en la porción noroeste se localizan estribaciones de la Sierra Madre Oriental con altitudes de 3,800 y 2,900 metros sobre el nivel del mar. La parte Occidental del

municipio conforma una vertiente de los llanos de San Juan. Otras alturas notables dentro del municipio son las laderas del Citlaltepelti ubicado en los límites del estado de Veracruz y Puebla; el Cerro de Pizarro y las Cumbres Gemelas con altitudes promedio de 3,100 metros sobre el nivel del mar.

#### GEOLOGIA

El tipo de rocas predominantes en la zona, son las denominadas cálizas compactas que corresponden al período Mesocretácico; también existen las rocas sedimentarias que se constituyen en Cálizas, Lutitas y Areniscas, Margas, Conglomerados, y depósitos aluviales. Esta configuración geológica es característica en el altiplano central del estado en sus regiones semiáridas.

#### SUELOS

La clasificación de los suelos existentes en el municipio son: Chernozem ó Negros, considerados los más fértiles. La extensión de ellos no alcanza el 10 % de la superficie cultivable en el municipio.

Los suelos " Café Forestales " están localizados en los contrafuertes del Citlaltepelti; los suelos "Fuozuolicos" están localizados en la zona Oriental del municipio y en las estribaciones del Pico de Orizaba; este tipo de suelo no resulta apto para la actividad agrícola.

## CLIMA

De acuerdo a la clasificación de W. Koeppen (1948), el clima en la región es variable, presentándose de semiárido a semihúmedo, con temperaturas medias anuales que van de los 12 a los 14 °C.

La temporada de lluvias en la región comprende los meses de junio a octubre, con un régimen pluvial medio anual de 700 mm.

Los vientos predominantes proceden del sureste y se consideran de velocidad moderada, los meses en que son más evidentes este tipo de vientos son febrero, marzo y abril.

La única estación climatológica existente en el Área es la localizada en Cd. Serdán y que es controlada por la SARH. De ella se obtuvieron los siguientes datos correspondientes al año de 1989:

Altitud.....	2 690 msnm
Coordenadas.....	18º 58' Lat. N 97º 27' Long. W
Temp. Mínima.....	-5 °C
Temp. Máxima.....	32 °C
Temp. Media.....	14.32 °C
Precipitación Máx.....	36 mm (en 24 horas)
Precip. Media Anual...	885.2 mm.

## VEGETACION

La vegetación del municipio es de tipo estepario primario, conformándose básicamente de chaparral, Huizache, Pirul y Mezquite. Se encuentran también bosques de Pino y Encino en la Sierra de Soltepec y en las faldas del Pico de Orizaba. Esta vegetación es característica de los climas templados y fríos; hay vestigios de bosques, de coníferas y especies de montaña, sujetos a una grave deforestación en la parte baja.

## HIDROGRAFIA

El Municipio se localiza en la Cuenca Hidrológica cerrada de Libres Oriental, la mayoría de las corrientes que cruzan la región son intermitentes y de poca importancia, provienen de los deshielos y precipitaciones en las regiones cercanas de la Sierra Madre Oriental del Citlaltepetl.

## ACTIVIDADES ECONOMICAS

La principal actividad económica del Municipio es la agricultura. En esta zona se manifiesta una agricultura de temporal y minifundista con bajos niveles de productividad en sus cultivos sustantivos, sólo una superficie mínima de 57 Ha tiene riego.

La superficie ejidal, comunal y privada se clasifica de la siguiente manera: 18,148 Ha son tierras laborables, 1,047.8 Ha corresponden a pastos naturales en cerros, 698.5 Ha a pastos naturales en llanuras, 623.0 Ha a bosques de especies maderables, 1121.0 Ha a bosques de especies no maderables, 250.05 Ha son tierras incultas y 8,330 Ha son tierras estériles.

En el municipio existe un marcado minifundismo con un índice de propiedad agrícola de 1.38 Ha por habitante.

En comparación con otras cabeceras regionales ésta se caracteriza por tener la más baja población económicamente activa de 7,940 habitantes, la mitad dedicada a la actividad agrícola (54%) según estimaciones de la Unidad de Investigaciones de la Delegación de Puebla del INEA (1987).

La producción agrícola del municipio se sustenta fundamentalmente en cuatro cultivos, por orden de importancia: Maíz, Frijol, Papa y Trigo, que aportan cantidades significativas de producción a la región III, en 1984 la superficie sembrada y cosechada fué de 18,728 y 17,575 Ha respectivamente, con una producción que alcanzó las 24,832 Ton, cifra significativa por su productividad para un municipio del estado .

#### GANADERIA

La actividad pecuaria no ha sido desarrollada en el municipio y en la región, existen datos de ganado caprino y porcino que son utilizados para autoconsumo de agricultores.

#### RECURSOS FORESTALES.

La riqueza silvícola de la región y del municipio han sido objeto de una explotación irracional y clandestina, ocasionando daños, algunos irreparables, en la ecología y preservación del recurso. Las principales especies encontradas en el municipio son: Pino, Oyameles, Encino y otras latifoliadas de tipo corriente.

#### INDUSTRIA.

Este municipio es de los que menor número de establecimientos industriales registra con 77 de 10,489 existentes en el estado; representando sólo el 0.73 % en relación a ésta, la actividad genera 216 empleos, que resultan insignificantes.

Las actividades industriales más importantes son: la fabricación de muebles, herramientas y estructuras metálicas, molinos de nixtamal y ladrilleras.

#### ACTIVIDADES COMERCIALES Y DE SERVICIOS.

En cuanto a la actividad comercial ésta se encuentra limitada en número y capacidad del servicio. El municipio cuenta con 449 establecimientos, que representan el 1.03% del total estatal y ocupa el 0.82% del empleo generado por el sector en el estado.

La actividad comercial se concentra en la cabecera municipal, registrándose las ramas de venta de productos alimenticios al menudeo 245, restaurantes, cantinas y fondas 89 y el comercio de productos de origen animal 84.

Respecto a los servicios existentes en el municipio son 181 establecimientos diversos que proporcionan empleo a 886 personas, lo que representa el 1.16% en el número de establecimientos a nivel estatal.

#### AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

El organismo operador encargado de proporcionar los servicios de agua potable y alcantarillado en Ciudad Serdán es denominado Sistema Municipal de Agua y Alcantarillado; que atiende a la fecha las siguientes colonias:

- 28 de agosto
- Fuentes de Guadalupe
- La Gloria
- Prof. Enrique Martínez M.
- San Cayetano
- Santa Elena
- San Francisco Cuatlazingo
- San Martín Ojo de Agua
- Vica

**1.3 Características socio-económicas de la población.**

De acuerdo a los censos realizados, la población observada en el municipio de Chalchicomula y en la localidad de Cd. Serdán se muestran en la tabla 1.

**POBLACION HISTORICA CENSADA**

ANO	MUNICIPIO	TASA	CD. SERDAN	TASA DE
	HABIT. FUENTE		HABIT. FUENTE	CRECIMIENTO
1920	6 668	INEGI		
1930	12 323	INEGI	6 538	INEGI
1940	14 521	INEGI	1.65 7 791	INEGI 1.77
1950	17 756	INEGI	2.03 8 926	INEGI 1.37
1960	21 831	INEGI	2.09 9 942	INEGI 1.08
1970	23 716	INEGI	0.83 10 799	ESTIMADO 0.83
1980	31 146	INEGI	2.76 14 184	ESTIMADO 2.76
1990	34 788	INEGI	1.11 17 778	C.F.E 2.28
PROMEDIO				1.68

**TABLA 1**

Como se observa en la tabla 1 la población de Cd. Serdán se estima en 14,178 habitantes con una tasa de crecimiento anual en el periodo 1970 - 1980 de 2.76 % extrapolada de la tasa presentada en el municipio.

Para el año de 1990, la población en Cd. Serdán es estimada en 17,778 habitantes con una tasa de crecimiento correspondiente para el periodo 1980 - 1990 de 2.28 % dato que se obtiene en base a la cobertura en el servicio de tomas eléctricas de la C.F.E. local, la cual reporta un total de 2815 medidores eléctricos, con una cobertura estimada de 96 % y un hacinamiento de 6.07 habitantes por vivienda en promedio en la localidad nos da como resultado una población de 17,799 habitantes, lo que representa un valor del 51.1 % de la población total del municipio.

La población económicamente activa (PEA) que se registró en el censo de 1980 para el municipio de Chalchicomula de Sesma es de 9940 habitantes que intervienen en la actividad económica.

Tomando en cuenta la información del censo de 1980, las principales ramas de la actividad económica a la que se dedica la PEA en el municipio son las siguientes.

ACTIVIDAD ECONOMICA	PEA (Hab.)
Agricultura, ganadería, caza, etc.	5367
Explotación de minas y canteras	3
Industrias manufactureras	398
Electricidad, gas y agua	4

Construcción	281
Comercio	573
Transporte, almacenamiento, etc.	169
Establecimientos financieros, etc.	42
Servicios comunales, etc.	761
Actividades no especificadas	2108
Desocupados que no han trabajado	74
TOTAL DE PEA.	9940

Con relación a lo anterior es evidente que la principal actividad económica en el municipio es enfocada al sector agropecuario, representado al 82.2 % de la población económicamente activa total del municipio.

En la localidad no existen zonas que se puedan clasificar de acuerdo con un estrato social determinado, motivo por el no existe una diferencia de tarifas en los servicios de agua potable por parte del organismo operador, clasificándose para efectos de este estudio en asentamientos de clase popular

#### 1.4 POBLACION DE PROYECTO

Para el cálculo de la población de proyecto se consideró un horizonte de planeación de 20 años por lo que la evaluación de la población tendrá como límite superior el año 2010, de la misma forma la población será evaluada para diferentes periodos dentro este rango debido a que la vida económica de las estructuras que conforman la infraestructura hidráulica es diferente para cada elemento de ésta.

En forma preliminar se evaluó la población de proyecto por medio de los procesos de los siguientes métodos:

- Método Aritmético
- Método Geométrico
- Método del Interés Compuesto

Por lo tanto la población a futuro a partir del año de 1970 por cada uno de los métodos reporta los valores siguientes en la tabla 2.

CALCULO DE LA POBLACION A FUTURO PARA CD SERDAN

Año	Método Aritmético [Hab]	Método Geométrico [Hab]	Método del Interés compuesto [Hab]
1990	17 778	17 778	17 778
2000	21 372	22 283	21 001
2010	24 966	27 929	24 808

TABLA 2

Desde el año de 1970 no se cuenta con datos de la INEGI de población en la cabecera municipal de Chalchicomula de Sesma. Por lo que se procedió a extrapolar la población para estos años en base a las tasas de crecimiento del municipio a la población de Cd. Serdan hasta el año de 1980.

METODO ARITMETICO.

Para el método aritmético se estima el crecimiento de la población en base al crecimiento neto en el último periodo con datos y se continúa con esta misma tasa para la evaluación de periodos posteriores.

$$PE = ( PA - PU ) + PA \quad \text{-----} \quad (1.4.1)$$

Donde:

PE Población estimada para un periodo similar de años entre PA y PU.

PA Población actual

PU Población última para un periodo de 10 años

Por lo tanto sustituyendo para los valores de la tabla numero 1

$$PA = 17,778$$

$$PU = 14,184$$

Sustituyendo

$$PE (2000) = ( 17778 - 14184 ) + 17778 = 21372$$

Los resultados se encuentran concentrados en la tabla No.2

**METODO GEOMETRICO.**

El procedimiento para evaluar el crecimiento poblacional por este método es el siguiente.

$$PE = PA * ( 1 + PA - PU / PU ) \text{ ----(1.4.2)}$$

Donde:

PE Población estimada para un periodo similar de años entre PA - PU

PA Población actual

PU Población última para un periodo de 10 años

Por lo tanto sustituyendo para los valores de la tabla No. 1 tenemos.

$$PE (2000) = 17778 + (17778 - 14184 / 14184 + 1)$$

$$PE (2000) = 17778 + 1.2534 = 22283$$

Los resultados se encuentran concentrados en la tabla No. 2

#### METODO DEL INTERES COMPUESTO.

Para este método se utilizó el promedio entre los periodos que cuenten con datos disponibles en nuestro caso se evalúan las tasas de crecimiento desde el año de 1930.

De tal forma que la población estimada podrá ser evaluada con la siguiente expresión.

$$PE = PA + (1 + r)^n \quad (1.4.3)$$

En donde :

PE Población estimada para un periodo de n años

PA Población actual

r Tasa de crecimiento

n Numero de años de la estimación

Es decir:

10

$$PE (2000) = 17778 * ( 1 + 0.0168 )^{10} = 21091$$

Los resultados se encuentran concentrados en la tabla No. 2

Como se puede observar claramente, de los resultados obtenidos por el Método Geométrico son un poco mayores que los obtenidos por el Método de proyección lineal y el del interés compuesto.

Debido a que estos métodos nos presenta una estimación esperada de población de acuerdo con la supervisión de la Comisión Nacional del Agua se combino en realizar una variación de la tasa de crecimiento quinquenalmente para lo cual presentamos la tabla 3 con dicha variación y su población correspondiente.

PROYECCION DE LA POBLACION PARA CD. SERDAN

ANO	POBLACION (Hab.)	CRECIMIENTO ( % )
1990	17 778	
1995	19 702	2.08
2000	21 509	1.77
2005	23 239	1.56
2010	24 852	1.35

Tabla 3.

## 2. DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Ciudad Serdán pertenece al Municipio de Chalchicomula de Sesma y es la cabecera municipal. En la Figura No. 1, se muestra la ubicación del municipio en el estado de Puebla.

### 2.1.1 CAPTACION

En Cd. Serdán el sistema de captación se realiza por medio de pozos profundos, extrayendo agua de un acuífero que fue estudiado en 1984 por SAHOPEP, del cual se hizo un Dictamen Geohidrológico del Área.

Las fuentes de abastecimiento, su producción y localización, se encuentran de la manera siguiente:

#### POZO 1

Este pozo se encuentra a 3.0 km al oeste de la localidad, su elevación es de 2,480 msnm; produce actualmente un gasto de 21.7 lps. Descarga a un cárcamo de rebombeo situado a una distancia de 300 m. Rehabilitando este pozo se puede extraer un gasto mayor, de acuerdo al estudio mencionado realizado por SAHOPEP se recomendó la realización de un aforo en el pozo.

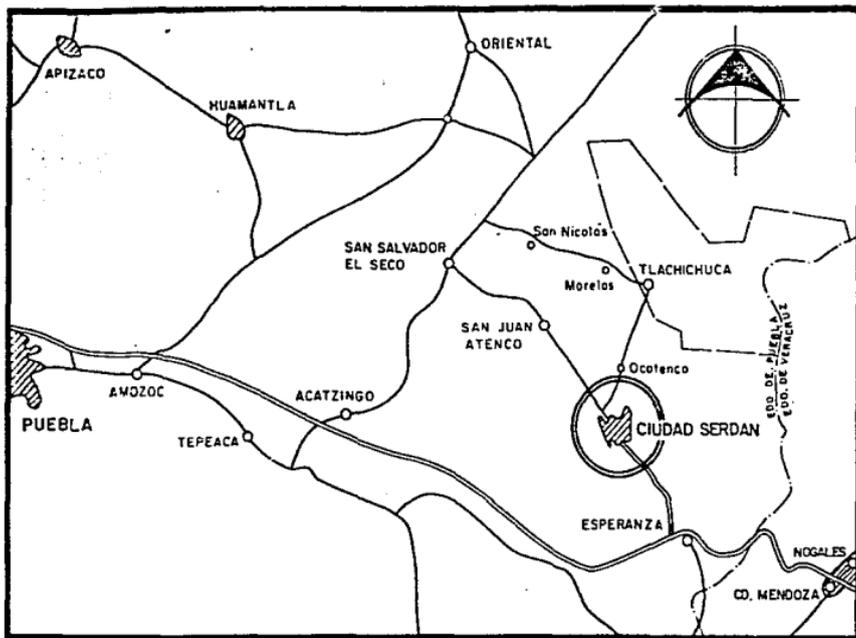


FIGURA NO. 1

## POZO 2

Se encuentra aproximadamente a 1.8 km al oeste del Pozo 1, tiene una elevación de 2,462 msnm; produce un gasto de 24.0 lps. Descarga al mismo cárcamo de bombeo que descarga el Pozo 1, los pozos no descargan independientemente, antes de eso las dos líneas de conducción se unen por medio de una T, descargando una sola tubería. Al igual que el Pozo 1, se recomienda el aforo de este pozo para extraer un gasto mayor sin producir sobre-explotación al acuífero.

## POZO E.T.A.

Este pozo se encuentra localizado dentro de la ciudad, en la esquina formada por las calles 5 Poniente y 11 Sur, con una elevación de 2,497 msnm, el pozo está concesionado a la Escuela Técnica Agropecuaria que depende de la Secretaría de Educación Pública; el Municipio tiene un acuerdo con la Secretaría para operarlo; se hicieron algunas instalaciones precarias para extraer agua, produciendo un gasto escaso, abarcando únicamente unos 150 m hacia aguas abajo de él.

## POZO LA GLORIA

Este pozo se encuentra ubicado en la colonia La Gloria, entre el callejón Juan Escutia y la calle Carlos D. Zetina; actualmente dicho pozo no se encuentra en operación ya que está desviado y azolvado, por esta razón se ha decidido abandonarlo.

## MANANTIAL SAN MARTIN OJO DE AGUA

Existe también un manantial cercano a la población San Martín Ojo de Agua, cuyas aguas se pretendía que llegaran a Cd. Serdán; sin embargo, por el crecimiento de otras localidades se les tuvo que dar agua, agotándose antes de llegar a Cd. Serdán. La elevación del manantial corresponde a la cota 2,000 msnm y en Cd. Serdán se tiene una elevación promedio de 2,520 msnm. El manantial se localiza al noreste de la cabecera municipal. En ocasiones llega a escurrir 1.0 ó 2.0 lps durante algunas horas descargando a un tanque.

Las localidades que abastece este manantial son:

San Martín Ojo de Agua

Arcos Ojo de Agua

San Francisco Cuautlancingo

Jesús María

San Cayetano

En la Figura No. 2 se muestra a escala 1:50,000 la ubicación del manantial, el acueducto y la caja donde descarga en Cd. Serdán.

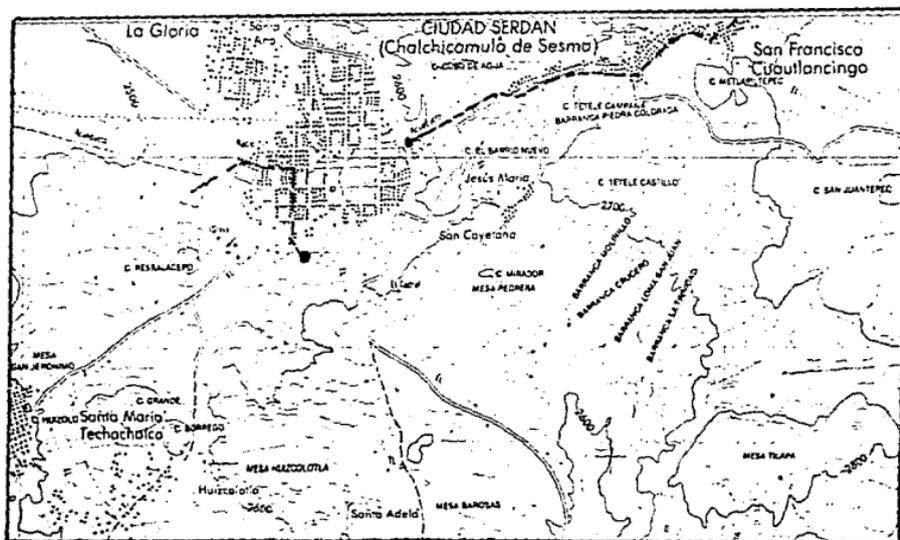


FIGURA No. 2

## 2.1.2 Características Principales de las Obras de Captación

### POZO 1

Este pozo se encuentra a 3.0 km al oeste de la localidad, su elevación es de 2,480 msnm; produce actualmente un gasto de 21.7 lps. Descarga a un cárcamo de bombeo situado a una distancia de 300 m.

Profundidad actual	=	165.81 m
Nivel dinámico	=	153.13 m
Nivel estático	=	137.10 m
Diámetro de ademe	=	19 1/2"
Gasto de extracción	=	21.7 lps
Diámetro de descarga	=	8"
Diámetro de succión	=	4"
Bomba sumergible BMSA		
con motor	=	85 HP
Velocidad	=	1600 RPM
Diámetro tazones	=	4"

POZO 2

Se encuentra aproximadamente a 1.8 km al oeste del Pozo 1, tiene una elevación de 2,462 msnm; produce un gasto de 24.0 lps. Descarga al mismo cárcamo de rebombeo que descarga el Pozo 1, los pozos no descargan independientemente, antes de eso las dos líneas de conducción se unen por medio de una T, descargando una sola tubería.

Profundidad actual	=	281.63	m
Nivel dinámico	=	127.754	m
Nivel estático	=	122.90	m
Diámetro del ademe	=	11 1/2"	
Gasto de extracción	=	24	lps
Diámetro de descarga	=	4"	
Diámetro de succión	=	6"	
Bomba sumergible BAMSA			
con motor	=	85	HP
Velocidad	=	1600	RPM
Diámetro de tazones	=	6"	

## 2.2.1 Potencial Hidráulico de las Fuentes de Abastecimiento Actuales

Para determinar la cantidad de agua que producen los pozos con el equipo actual, se realizó un aforo volumétrico, dando como resultado que el Pozo 1 produce 21.7 lps y el Pozo 2, un gasto de 24.0 lps.

Debido a los altos costos de energía reportados en los equipos de extracción, se realizó una revisión electromecánica en gabinete del equipamiento actual, así como una inspección en campo de los equipos, de lo que concluimos que los pozos están mal equipados ya que trabajan con eficiencias muy bajas.

Al realizar la revisión anterior se detectó que los pozos están subutilizados por lo que se recomendó realizar aforos con equipo mecánico en los Pozos 1, 2 y E.T.A., por medio de una medición horaria durante 24 hrs. (Resultados ver cap. 3.2.1)

Para establecer las características actuales de la estructura de los pozos, se hizo una inspección a los mismos con cámara de video; se obtuvo una videograbación a color correspondiente a los Pozos 1, 2 y E.T.A.

Se hicieron los aforos para determinar la potencialidad de los pozos y dar las recomendaciones del caudal de explotación para cada uno.

Debido a que se cuenta con un estudio geohidrológico, se procedió a revisar la posibilidad de una mayor explotación de los acuíferos, concluyendo lo siguiente:

a) La principal recarga del acuífero proviene del agua de lluvia. Del volumen total de precipitación, solo de un 10 a un 20% escurre superficialmente y el resto se infiltra hacia el acuífero. Esta condición permite inferir, que el acuífero tiene capacidad para permitir la extracción de un volumen de agua mayor.

b) Los niveles estáticos en el Área son profundos. En el lado poniente de Cd. Serdán se observan a 150 m; hacia el oriente son un poco menores, sin esperarse niveles estáticos menores de 120 m.

c) El comportamiento de los niveles dinámicos en los pozos permiten deducir en forma determinante que el acuífero tiene capacidad para aportar caudales mayores, ya que se presentan rendimientos de 3.75 lps/m de abatimiento.

d) Se recomienda probar la capacidad de extracción de agua potable de los Pozos No. 1, No. 2 y E.T.A.

## 2.2.2 OTRAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO POTENCIALES

Para el abasto de agua potable en la localidad en estudio se tiene como fuente de reserva potencial el pozo de la E.T.A.. Para incorporarlo al sistema se requiere equiparlo.

Por otro lado, se pretende que la Colonia La Gloria, se administre en forma autónoma, por lo que se requiere crear su propio organismo operador, esto ocasiona que requiera su propia fuente de abastecimiento de agua potable por lo que se plantea la perforación de un pozo en esta colonia, que sustituya al existente, la demanda estimada al año 2010 es alrededor de 15 lps, del estudio geohidrológico se espera que el pozo proporcione por lo menos ese caudal.

Cabe señalar que se deshecha por completo la posibilidad de recibir más agua del manantial San Martín Ojo de Agua, porque la que se recibe actualmente es de muy mala calidad, ya que se conduce por un acueducto superficial en la que el agua se contamina al estar en contacto con el medio, aunado a que el tanque, llamado por la comunidad "caja de agua" está en condiciones insalubres. Además, el caudal que llega es escaso.

## 2.2.3 DESINFECCION

La llamada caja de agua se observa que alguna vez tuvo cloración, ya que cuenta con una pequeña estructura que tiene esa función. Sin embargo, ni los Pozos 1 y 2 ni la Planta de Rebombío tienen algún tipo de desinfección.

Por esta razón se propuso tomar muestras de los Pozos 1 y 2 para determinar el grado de contaminación del agua al llevar a cabo los análisis físico-químicos y bacteriológicos de las mismas ( Los resultados de los análisis revelan que con una aplicación de cloro es suficiente para su uso).

Actualmente la Comisión Nacional del Agua está llevando a cabo un programa nacional de cloración, en el cual está incluida esta localidad.

#### 2.2.4 POTABILIZACION

No existe ningún tipo de equipamiento en condiciones de funcionar, solo queda en pie la caseta de cloración en la caja de agua sin ningún equipamiento.

#### 2.3. CONDUCCION

##### 2.3.1 Nivel de Servicio del Sistema de Agua Potable

De la información existente se determinó para Cd. Sordán una cobertura física de la red de distribución de agua potable de aproximadamente 90%, dicho dato fué proporcionado por el organismo operador.

La población actual para Ciudad Serdán es de 17,778 habitantes; por lo que la red cubre a 16,000 habitantes. El suministro de agua potable se da por tandeos abarcando diferentes zonas de la ciudad, tocando a cada una de ellas cada tercer día.

Para la Colonia La Gloria, el agua llega una vez por semana, máximo dos.

### 2.3.2 Características Principales del Acueducto y sus Componentes

El acueducto está compuesta por tres conductos; los dos primeros corresponden a la línea de los pozos 1 y 2 que alimentan al cárcamo de bombeo. Se propuso el levantamiento de ambas líneas ya que no se cuenta con él ni existe ningún expediente de proyecto. Se revisó en campo las características físicas, siendo ambas tuberías de asbesto-cemento A-5 con un diámetro de 200 mm (8"). Los accesorios existentes se limitan a dos válvulas de seccionamiento, una a la salida del pozo y la otra a la entrada del cárcamo de bombeo.

La tercera línea va del cárcamo de bombeo al tanque de regulación, con tubería de asbesto-cemento A-5, A-7, A-10 y A-14, no conociendo la longitud de cada clase, la línea tiene un diámetro de 250 mm (10") en 1,309 m de longitud y de 300 mm (12") en 1,347 m. Los accesorios se limitan a una válvula de seccionamiento a la salida del cárcamo de bombeo.

Como se ha señalado anteriormente los pozos descargan a un tanque que sirve como cárcamo de rebombeo, el que alimenta a dos bombas horizontales, de las que una generalmente está sin motor. Del cárcamo se bombea el agua a un tanque, que sirve de regulación teniendo una capacidad de 1,000 m<sup>3</sup>.

Las subestaciones eléctricas no son las adecuadas para cada sistema de bombeo, por lo que su operación es deficiente, proponiéndose la rehabilitación de ellas.

### 2.3.3 Capacidad Teórica de Conducción y Operación Actual

No existe el proyecto de línea de conducción, que va del cárcamo de rebombeo al tanque de regulación, por lo que se tomó como caudal de diseño el gasto aforado en el cárcamo que resultó de 43.7 lps.

Se realizó otro análisis, que corresponde al gasto máximo que puede soportar la tubería. Este caudal resultó del orden de 80 lps.

### 2.3.4 Principales Problemas de Operación Actual de los Acueductos

En base a lo expuesto en este capítulo, haremos un resumen de las características de los acueductos y los problemas principales que se han detectado:

## ESTRUCTURAS

Las estructuras se encuentran en buenas condiciones, se requiere darles servicio en lo referente a acabados, ya que se han maltratado con el tiempo.

El Pozo 1, tiene una caseta para albergar al gabinete de control eléctrico, que se puede utilizar, el poste para sostener el transformador también se puede utilizar.

El Pozo 2, cuenta con una estructura mayor que el anterior, con un mantenimiento adecuado se puede seguir usando: el poste del transformador es utilizable.

El Pozo E.T.A., no tiene caseta que sea utilizable, se requiere construir una, el poste para sostener el transformado está en buenas condiciones por lo que se puede aprovechar.

El tanque de rebombeo y la caseta no tienen problemas estructurales por lo que servirán cuando se rehabilite el arueducto.

El tanque donde descarga la línea de conducción que viene de la Planta de Rebombeo, es una estructura nueva con capacidad suficiente para regular el agua potable que requiere Cd. Sordán y se encuentra sin fallas estructurales.

El tanque al que llega el manantial San Martín Ojo de Agua si está en mala condiciones, ya que se ha perforado la losa superior en cinco diferentes sitios, dejando las varillas de refuerzo al descubierto. Esto ha permitido que los habitantes arrojen al tanque desperdicios de todas clases.

## EQUIPAMIENTO Y OPERACION

Los tres pozos habrá que re-equiparlos, ya que como hemos anotado en párrafos anteriores no tienen el equipo adecuado. Los Pozos 1 y 2 son los que rehabilitarán en una primera etapa y el Pozo E.T.A. queda de reserva.

Los Pozos 1 y 2, que son los que tienen equipo de bombeo, cuentan con bombas sumergibles, la fontanería está improvisada y defectuosa, contando solo con una válvula de retención tipo check y una de seccionamiento tipo compuerta. Se recomienda realizar los proyectos ejecutivos de ambos pozos para extraer los caudales que recomendados.

El Pozo E.T.A., no estaba equipado, se intento ponerlo en operación con un equipo con el que contaba el municipio; sin embargo, éste no es el adecuado, ya que únicamente puede sacar un gasto de 5 lps prácticamente sin carga, lo que permite dar agua a escasos 150 m hacia el sur, ya que el terreno baja en esa dirección.

Los pozos se operan de 17 a 18 horas al día, al igual que la Planta de Rebombeo; ésto se debe a que no quieren llenar el tanque de almacenamiento, existe la idea de que la tubería de alimentación a la red de distribución se rompe si lo hacen, lo cual es erróneo. La ruptura de la línea se debe al fenómeno de golpe de ariete por lo que habrá que analizarlo para dar la solución adecuada.

El problema es debido a que la tubería se llena de aire cuando se vacía y cuando vuelve a llenarse el aire queda atrapado produciendo una sobrepresión que ocasiona la rotura de la tubería.

La Planta de Rebombéo se deberá re-equipar para bombear 65 lps, se seguirán utilizando dos bombas horizontales, que se proponen sean capaces cada una de dar ese gasto; con objeto de que una sea de reserva y la otra esté en operación. En una primera etapa se instalará una bomba, en una segunda etapa se colocará la otra. Se estima que la fontanería existente se puede adecuar a los equipos que resulten para seguir utilizándola, ya que se encuentra en buenas condiciones, salvo que en los análisis posteriores no sea posible.

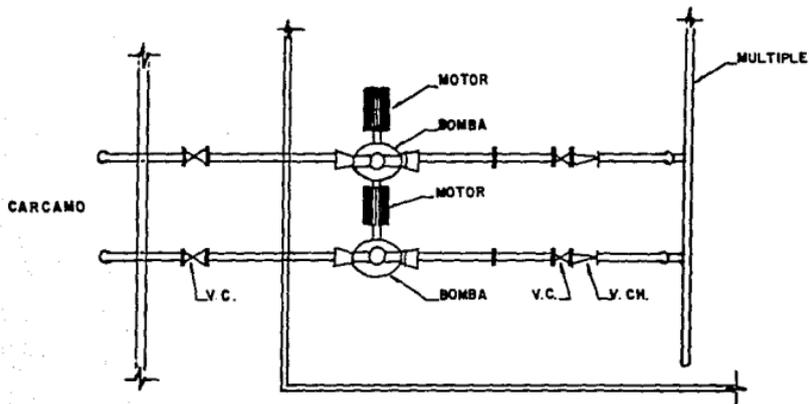
El tanque que alimenta a la Planta de Rebombéo se puede seguir utilizando, ya que solo servirá para dar el NFSH (carga requerida) a los equipos de bombeo.

### 2.3.5 PLANTA DE REBOMBEO

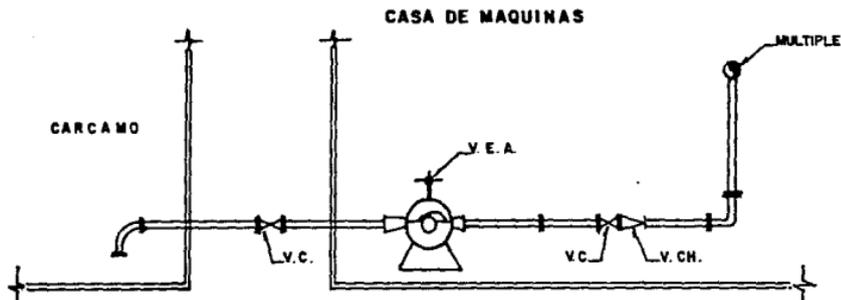
La Planta de Rebombéo está ubicada al suroeste de la ciudad, aproximadamente a 300 m al norte del Pozo 1, cuenta con un cárcamo con capacidad de 150 m<sup>3</sup>, cuyo volumen es aportado por los Pozos 1 y 2.

En la Figura No. 3 se presenta un esquema en planta y perfil del arreglo del equipo de Rebombéo en condiciones actuales, se muestra la fontanería, las válvulas y las piezas especiales con que cuenta, no tiene equipo de medición del gasto. Se indican las tuberías de succión y el múltiple de salida.

FIGURA N° 3



PLANTA



PERFIL

El equipo de bombeo tiene las características siguientes:

#### MOTOR

†	Marca del Motor	SIEMENS
†	Potencia	75 HP
†	Velocidad de operación	3,500 rpm

#### CUERPO DE TAZONES

†	No. de pasos o impulsores	2
†	Tipo de lubricación	aceite
†	Marca	CRAIN DEMMY
†	Diámetro	4"

#### 2.4 RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

En base a las visitas realizadas y a la información proporcionada por el organismo operador de Cd. Serdán, se logró obtener la cobertura de la red y los problemas que se suscitan.

##### a) Cobertura del Servicio

#### AREA DE SERVICIO

El Area de servicio de la red de distribución comprende la zona urbana de Cd. Serdán incluyendo la colonia La Gloria,

faltando red de distribución solamente algunas manzanas donde la concentración poblacional es dispersa.

El sistema pretende dar agua a las zonas altas de Cd. Serdán por medio de la "caja de agua", lo cual se logra de manera muy deficiente ya que el caudal es escaso y de mala calidad, como ya se ha comentado.

El área de servicio puede observarse en el PLANO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE, que se encuentra en el Anexo de Planos.

#### ZONIFICACION DE HABITANTES SERVIDOS

Por medio del número de tomas de agua potable se determinó la zonificación de habitantes servidos. En Cd. Serdán a fines de 1990, el número de tomas era de 2,020 sirviendo a 11,687 habitantes; en la colonia La Gloria, eran 566 tomas sirviendo a 592 habitantes.

#### HORIZONTE DE SERVICIO

En la actualidad la red de distribución trabaja con bajo nivel de servicio, debido a que el caudal suministrado no es suficiente para que la red trabaje a su máximo nivel ; cuando esto ocurra se presentarán fallas en algunos tubos ya que la operación no es la adecuada y será necesaria la reposición de éstos; además, no existen circuitos cerrados que faciliten la distribución adecuada del agua. Al analizar la red hidráulicamente se presentaron los siguientes problemas:

- Existen fallas en la tubería de alimentación debido a que se presenta el fenómeno de golpe de ariete.

- Del cálculo hidráulico, en los cruceros denominados 2 y 3, ver plano de INFRAESTRUCTURA EXISTENTE, se presentan problemas de sobrepresión; estos problemas surgen como consecuencia de aplicar a la red la demanda actual estimada.

- En los cruceros 8 y 9, al aplicar una demanda futura estimada, se presentan problemas de falta de presión.

De lo que se concluye que la red requiere cambios a corto y largo plazo para su operación hidráulica eficiente y distribución adecuada del agua potable.

#### TIPO DE SISTEMA

La red funciona por gravedad por medio de un tanque superficial con capacidad de 1,000 m<sup>3</sup>, ubicado en la mesa Huizcolotla.

#### SISTEMA DE DISTRIBUCION

El sistema de distribución del agua potable solo cubre el 69% de las necesidades de la población de Cd. Serdán. Para cubrir en su totalidad los requerimientos de agua, la

población recurre a la distribución que se hace por medio de pipas o con camiones repartidores particulares en tambos, los que obtienen el agua de tomas a lo largo de la conducción o de la Planta de Rebombeo. Este porcentaje de población servida incluye la colonia La Gloria.

#### USO DEL SUELO DEL AREA DE SERVICIO

En la localidad en estudio se delimitó el uso del suelo en razón del uso del agua. Con ayuda del organismo operador se identificó el área servida, catalogándolas en zonas urbanas, industriales, comerciales, áreas verdes y de servicio.

#### CALIDAD DEL AGUA DISTRIBUIDA

En el tanque llamado "caja de agua" donde se presentan graves condiciones de insalubridad, su construcción es antigua y carece de mantenimiento; aunado a esto, el agua que llega a él, procede de un acueducto superficial donde se presentan innumerables irregularidades; como son, que se utilice como abrevadero, como riego, se tira basura. Por lo que se concluye que este tanque es grave fuente de agua contaminada para la localidad; además, se utiliza como fuente de abastecimiento de las poblaciones que se localizan aguas arriba del tanque. Llegando a Ciudad Serdán un gasto pequeño.

El agua que se utiliza como potable de mejor calidad se encuentra en el centro de la localidad y conforme se aleja de esta zona el agua es de menor calidad, esto se debe a que

hay que guardarla en tambos trayendo como consecuencia menor higiene.

#### b) Características de la Red y Estado Actual de Conservación

En la plano INFRAESTRUCTURA EXISTENTE, se presenta el Plano de la Red de Distribución Actual, en el que se indican las principales características de la red: como son, diámetros, tipo de material, elevaciones de las calles en cruces, nombre de éstas, cajas de válvulas, las calles donde no hay tubería, ubicación de los pozos y tanques de regularización, escala del plano, simbología y notas aclaratorias.

El estado actual de conservación de la red es bueno en términos generales; sin embargo, como se dijo antes, trabaja a bajo nivel de servicio lo que significa que cuando la tubería trabaje a su máximo nivel, se prevee que algunos tramos presenten deficiencias y sea necesaria su reposición.

#### c) Operación Hidráulica Actual

El sistema, en caso de roturas, presenta una serie de problemas que desembocan en la paralización total o casi total del servicio, ya que no existe una planeación operacional y no se pueden aislar las tuberías porque no existen circuitos.

Las reparaciones que se llevan a cabo en la red se realizan en forma práctica, se tiene un mantenimiento en la medida de las posibilidades del organismo operador, siendo necesario capacitar a los empleados, ya que no se cuentan con manuales

de operación y mantenimiento en que éstos puedan auxiliarse, no existe un inventario de refacciones, partes e insumos y no se realiza una rotación de refacciones.

Cabe hacer mención el racionamiento que se presenta en la colonia La Gloria, donde solo se suministra agua una vez a la semana y ocasionalmente, por lo que esta comunidad es la que mas padece por la carencia del vital liquido.

Además el racionamiento dentro de la zona urbana es irregular ya que se detectaron numerosas tomas clandestinas a la largo de la línea de conducción, de la de alimentación y de la caja de agua, lo que implica que estas zonas cuentan con el liquido regularmente, en detrimento del resto de la población.

A consideración nuestra, la red cuenta con numerosas anomalías, que van desde tomas clandestinas, mala operación, deficiente localización de válvulas de seccionamiento o falta de ellas, diámetros inadecuados en algunos tramos, tuberías escasas, no contar con circuitos cerrados, hasta operación deficiente del tanque de almacenamiento, falta de personal en el organismo y algunos de menor importancia.

El organismo operador, trata de brindar un mantenimiento eficiente a la red, pero es necesario aumentar el personal técnico y capacitarlo. Se requiere actualizar el padrón de usuarios, realizar los cobros del agua oportunamente, instalar medidores a nivel de macro y micro, ya que en ninguna estructura se cuenta con ellos. Se requiere una vez que se haya rehabilitado el acueducto llevar a cabo una campaña de conscientización de los usuarios, desde el ahorro

del agua hasta el pago puntual de las cuotas.

En lo que respecta a las tomas clandestinas, éstas provocan diversos problemas, entre los principales se pueden mencionar las numerosas fugas de agua en esos sitios. Algo que debe tomarse en cuenta es que las pipas, cargan agua en tomas a lo largo de la conducción, donde el agua se está bombeando, causando con ésto un consumo mayor de energía eléctrica. Mientras se adecúa el sistema para que trabaje eficientemente, se recomienda que las pipas carguen agua en el cárcamo de la Planta de Rebombéo.

Las válvulas de seccionamiento están mal ubicadas, por que en caso de presentarse alguna anomalía en la red, ésta tiene que cerrarse en su totalidad, no pudiendo operarse por tramos o circuitos.

Dentro de la red existen algunos diámetros producto de anteriores proyectos, donde se pretendía suministrar agua directamente de los pozos a la red y dado que dichos proyectos fueron ineficientes, ahora se cuentan algunas calles con doble tubería y otras con tramos de tubería de diámetro ineficiente para una operación hidráulica adecuada.

Por otro lado la tubería de alimentación a la red, presenta roturas en la zona baja, debido a que se ocurre el fenómeno de golpe de ariete, ya que no existe un arreglo funcional a la entrada de la red y a la salida del tanque. Además, la caja de agua se presentan serias anomalías, entre la que destacan numerosas tomas clandestinas, nulo saneamiento, los boquetes que se le han hecho en la losa superior por donde los usuarios arrojan desechos contaminando el poco líquido que por ahí se suministra.

### 3. REQUERIMIENTOS DE LOS SISTEMAS

El presente estudio contempla un horizonte de planeación al año 2010, se pretende que el organismo operador sea autosuficiente en un plazo breve y con el tiempo se consolide y pueda operar satisfactoriamente, ofreciendo un servicio eficiente a la población; como es satisfacer la demanda de agua potable, adecuar la infraestructura hidráulica conforme se requiera, consolidación del mismo, captación de cuotas, financiamiento, etc. Estos se prevén de tal forma, que quede garantizada la operación del sistema y su autosuficiencia, en el transcurso de los próximos 20 años.

Las autoridades del Municipio desean que se formen dos organismos operadores independientes; uno, para la Colonia La Gloria y el otro, para el resto de Cd. Serdán. Esto ocasiona que en el presente informe cuando sea necesario se darán los datos por separado.

El plan que apoya a la realización de los objetivos mencionados en el estudio, programa las inversiones necesarias que se ajustarán de acuerdo a la evolución del crecimiento de la población, como ya fué determinado en el capítulo anterior.

#### 3.1 ANALISIS DE LAS DEMANDAS DE AGUA.

En la localidad no existen zonas que se puedan clasificar de acuerdo al estrato social; la mayoría es de clase popular. El organismo operador tampoco hace distinción en la cuota que cobra.

Para la proyección hasta el año 2010, se estimará la población a futuro tomando en cuenta el crecimiento natural, el proceso se presenta en la Tabla No. 3. Así, de 17,770 habitantes en 1990 se pasa a 24,052 en el año 2010. en las tablas 7 y 8 se presenta, por separado, la población de Cd. Serdán sin considerar la Colonia La Gloria y la de esta misma, aplicando la proporción del año 1991 a los demás años.

### 3.1.1 Determinación de los Consumos de Agua por Tipo de Usuario

Para determinar el volumen de agua que consume la población en la actualidad, debemos tomar en cuenta los resultados arrojados por una encuesta realizada a usuarios, la distribución es irregular, aunado a esto el suministro es deficiente presentándose pérdidas en la conducción ocasionadas por la existencia de numerosas tomas clandestinas, las cuales existen desde la Planta de Rebombeo y en la zona urbana.

Así pues, tomando en cuenta estas anomalías en el suministro y distribución del agua, nos auxiliaremos de otra población de similares características a la del estudio, ya que los únicos datos con los que se cuenta son los siguientes. Las fuentes de abastecimiento de agua proporcionan actualmente 32 lps, dato obtenido mediante aforos realizados en los dos pozos y el manantial que constituyen las fuentes de abastecimiento.

El organismo operador reportó el número de tomas por razón de uso; en las que no existe medición del consumo, éstas se muestra en la Tabla No. 4.

#### TOMAS DE AGUA POTABLE

USO	No. DE TOMAS	PORCENTAJE
Doméstico	2,586	89.1
Comercial	295	10.2
Industrial	20	0.7
TOTAL	2,901	100.0

TABLA No. 4

#### DOTACION DOMESTICA

Para calcular el consumo doméstico se tomó como base, una extrapolación del estudio realizado en la ciudad de Tula en el estado de Hidalgo, la razón de tomar esta ciudad como modelo de comparación es que tanto el clima como la precipitación pluvial son similares a la localidad en estudio.

El organismo operador de la ciudad de Tula, Hgo. cuenta con el 94% de medición en las tomas y reporta un consumo medio diario por vivienda de 900 litros.

En Ciudad Serdán se tiene un hacinamiento de 6.07 hab/viv, con lo que tenemos un consumo de 150 lt/hab/día.

Para la determinación de los consumos comercial e industrial se llevó a cabo una encuesta sobre el consumo de agua, mediante un muestreo de los establecimientos más representativos de ambos rubros, siendo el resultado el siguiente:

#### DOTACION COMERCIAL

Tomando como base los datos proporcionados por el organismo operador, Ciudad Serdán cuenta con 295 tomas comerciales subdivididas en Comercial I y Comercial II, debido a su consumo de agua, con lo que resulta:

#### Comercial I

Los comercios cuyo consumo promedio fue de 2,350 l/com/día, correspondiendo a establecimientos que ofrecen productos al menudeo con excepción de las paletterías, reportándose 240 establecimientos de este tipo.

## Comercial II

Comercios cuyo consumo promedio es de 4,700 l/com/día, que corresponden a comercios como paleterías, restaurantes, fondas, etc., reportándose 55 establecimientos.

De estas consideraciones se tiene un consumo promedio por establecimiento de 2,800 lt/com/día.

## DOTACION INDUSTRIAL

El organismo operador reporta 20 tomas industriales, que corresponden a las que están registradas, en este rubro el organismo reconoce como tomas industriales a hoteles y molinos de nixtamal, y como la industria en dicha localidad es básicamente maquila de ropa y manufactura de muebles; además de otras industrias menores que usan muy poca agua en sus procesos, el consumo promedio en este rubro resultó de 2,800 lt/ind/día.

## RESUMEN

El resumen de los consumos actuales de Ciudad Serdán se muestra en la tabla No. 6.

USO	CONSUMO
Doméstico	150 l/hab/d
Comercial	2800 l/com/d
Industrial	2800 l/ind/d

TABLA No. 5

CONCEPTO	UNIDAD	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
POBLACION TOTAL	hab	17,778	18,147	18,524	18,908	19,301	19,702	20,081	20,406	20,767	21,135	21,509	21,844	22,185	22,531	
POBLACION URBANA	hab	17,778	18,147	18,524	18,908	19,301	19,702	20,081	20,406	20,767	21,135	21,509	21,844	22,185	22,531	
DEMANDA DOMESTICA	lps	30.9	31.5	32.2	32.8	33.5	34.2	34.8	35.4	36.1	36.7	37.3	37.9	38.5	39.1	
COMERCIOS TOTALES	com	295	304	313	322	332	342	352	363	374	385	396	408	421	433	
COMERCIOS SERJAN	com	295	304	313	322	332	342	352	363	374	385	396	408	421	433	
DEMANDA COMERCIAL	lps	5.0	5.1	5.2	5.4	5.6	5.8	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.2	
INDUSTRIAS	ind	20	20	21	21	22	22	23	23	23	24	24	25	25	26	
DEMANDA INDUSTRIAL	lps	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
S U B T O T A L	lps	36.7	37.5	38.3	39.2	40.1	41.0	41.8	42.6	43.4	44.2	45.1	45.9	46.7	47.5	
Pérdidas Estimadas	%	45	40	35	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
VOLUMEN DE PERDIDAS	lps	16.5	15.0	13.4	11.8	10.0	10.2	10.4	10.6	10.8	11.1	11.3	11.5	11.7	11.9	
DEMANDA T O T A L	lps	51.0	50.5	49.4	48.4	47.6	46.5	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.5	55.5	56.6	
DOTACION	l/hab/d	178.5	178.7	178.9	179.0	179.6	179.7	179.9	180.2	180.5	181.1	181.3	181.6	182.0	182.3	
CONSUMOS MEDIOS			CRECIMIENTO ANUAL													
Domestico	l/hab/d	150														
Comercial	l/com/d	1,460		3.00%												
Industrial	l/ind/d	3,800		2.00%												
PRODUCCION	lps	31.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	
DEMANDA SATISFECHA	lps	14.5	47.5	46.5	45.5	44.6	45.4	46.3	47.2	48.1	49.1	50.1	51.1	52.0	53.1	
Tomas domiciliarias	tona	2,020	2,752	2,910	2,868	2,927	2,898	3,041	3,095	3,150	3,206	3,262	3,313	3,365	3,417	
Poblacion servida	hab	12,120	16,514	16,957	17,206	17,564	17,929	18,248	18,569	18,898	19,233	19,573	19,878	20,188	20,503	
Poblacion servida	%	68.2	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	
Servicio domestico	lps	21.0	28.7	29.3	29.9	30.5	31.1	31.7	32.2	32.8	33.4	34.0	34.5	35.0	35.6	
DEMANDA Y SATISFACER.	lps	26.9	34.7	35.5	36.2	37.1	37.9	38.5	39.4	40.1	41.0	41.8	42.5	43.3	44.0	
Deficit calculado	lps	(22.3)	(2.8)	(2.9)	(2.9)	(3.0)	(3.1)	(3.1)	(3.2)	(3.3)	(3.3)	(3.3)	(3.4)	(3.5)	(3.5)	
Deficit calculado	%	(71.8)	(5.5)	(5.5)	(6.0)	(6.7)	(6.4)	(6.7)	(6.4)	(6.3)	(6.3)	(6.3)	(6.3)	(6.3)	(6.2)	

PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

1992	1997	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
18,524	18,908	19,301	19,702	20,081	20,406	20,767	21,135	21,509	21,844	22,185	22,531	22,882	23,239	23,557	23,871	24,184	24,521	24,852
18,524	18,908	19,301	19,702	20,081	20,406	20,767	21,135	21,509	21,844	22,185	22,531	22,882	23,239	23,557	23,871	24,184	24,521	24,852
22.2	22.8	23.5	24.2	24.8	25.4	26.1	26.7	27.3	27.9	28.5	29.1	29.7	30.3	30.9	31.4	32.0	32.6	33.1
342	322	322	342	352	363	374	385	396	408	421	433	446	460	473	488	502	517	533
342	322	322	342	352	363	374	385	396	408	421	433	446	460	473	488	502	517	533
5.7	5.4	5.6	5.9	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.2	7.5	7.9	8.0	8.2	8.5	8.7	9.0
21	21	22	22	23	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29
0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
38.3	38.2	40.1	41.0	41.8	42.6	43.4	44.3	45.1	45.9	46.7	47.5	48.4	49.3	50.1	50.9	51.8	52.6	53.5
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
17.4	11.8	10.0	10.2	10.4	10.6	10.8	11.1	11.3	11.5	11.7	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	12.9	13.1	13.4
48.4	48.4	47.6	48.5	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.5	55.5	56.6	57.6	58.9	60.0	61.2	62.5	63.7	65.0
178.8	179.0	179.6	179.7	179.9	180.2	180.5	181.1	181.3	181.6	182.0	182.3	182.6	183.4	183.7	184.2	184.9	185.4	185.8

RECIMIENTO ANUAL

3.00%																			
2.00%																			
65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
46.5	45.5	44.6	45.4	46.3	47.2	48.1	49.1	50.1	51.1	52.0	53.1	54.1	55.3	56.3	57.5	58.7	59.8	61.2	
2,810	2,868	2,927	2,988	3,041	3,095	3,150	3,206	3,262	3,313	3,365	3,417	3,471	3,525	3,572	3,621	3,670	3,719	3,769	
16,957	17,204	17,564	17,929	18,246	18,598	18,898	19,233	19,573	19,878	20,198	20,503	20,823	21,147	21,433	21,723	22,017	22,314	22,615	
91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	
29.3	29.9	30.5	31.1	31.7	32.2	32.8	33.4	34.0	34.5	35.0	35.6	36.2	36.7	37.2	37.7	38.2	38.7	39.3	
35.5	36.2	37.1	37.9	38.6	39.4	40.1	41.0	41.8	42.5	43.3	44.0	44.8	45.7	46.4	47.2	48.0	48.8	49.6	
(2.9)	(2.9)	(3.0)	(3.1)	(3.1)	(3.2)	(3.3)	(3.3)	(3.3)	(3.4)	(3.5)	(3.5)	(3.5)	(3.6)	(3.7)	(3.7)	(3.8)	(3.9)	(3.8)	
(5.5)	(6.0)	(6.3)	(6.4)	(6.5)	(6.6)	(6.7)	(6.7)	(6.7)	(6.8)	(6.9)	(7.0)	(7.1)	(7.2)	(7.3)	(7.4)	(7.5)	(7.6)	(7.7)	

CONCEPTO	UNIDAD	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
POBLACION TOTAL	hab	17,778	18,147	18,524	18,908	19,301	19,702	20,051	20,406	20,767	21,135	21,509	21,844	22,185	22,531	
POBLACION URBANA	hab	14,980	14,372	14,671	14,975	15,284	15,604	15,880	16,162	16,447	16,739	17,025	17,300	17,571	17,845	
DEMANDA DESESTIMADA	lps	24.4	25.0	25.5	26.0	26.5	27.1	27.6	28.1	28.6	29.1	29.6	30.0	30.5	31.0	
COMERCIOS TOTALES	com	295	304	313	322	332	342	352	363	374	385	396	408	421	433	
COMERCIOS SERDAN	com	236	243	250	258	266	274	282	290	299	308	317	326	337	346	
DEMANDA COMERCIAL	lps	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.1	5.2	5.4	5.5	5.7	5.8	
INDUSTRIAS	ind	20	20	21	21	22	22	23	23	23	24	24	25	25	26	
DEMANDA INDUSTRIAL	lps	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
S U B T O T A L	lps	29.3	30.0	30.6	31.3	32.0	32.7	33.4	34.0	34.7	35.4	36.1	36.6	37.3	37.9	
Pérdidas Estimadas	%	45	40	35	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
VOLUMEN DE PERDIDAS	lps	13.2	12.0	10.7	7.4	8.0	8.2	8.3	8.5	8.7	8.9	9.0	9.2	9.3	9.5	
DEMANDA T O T A L	lps	42.5	42.0	41.3	40.7	40.0	40.9	41.7	42.5	43.4	44.3	45.1	45.8	46.6	47.4	
DETACCION	l/hab/d	179.9	180.4	180.4	180.4	180.8	181.2	181.5	181.8	182.0	182.7	182.9	182.8	183.4	183.7	
CONSUMOS MEDIOS		CRECIMIENTO ANUAL														
Domestico	l/hab/d	150														
Comercial	l/com/d	1,460		3.00%												
Industrial	l/ind/d	3,800		2.00%												
PRODUCCION	lps	31.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	
DEMANDA SATISFECHA	lps	17.8	39.8	39.0	38.4	37.6	38.5	39.2	40.0	40.8	41.7	42.4	43.1	43.9	44.6	
Tomas domiciliarias	toma	2,020	2,180	2,225	2,271	2,319	2,367	2,409	2,451	2,495	2,539	2,584	2,624	2,665	2,707	
Poblacion servida	hab	12,120	13,079	13,351	13,627	13,910	14,200	14,451	14,707	14,967	15,232	15,502	15,743	15,990	16,239	
Poblacion servida	%	96.1	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	
Servicio domestico	lps	21.0	22.8	23.2	23.7	24.1	24.7	25.1	25.6	26.0	26.5	26.9	27.3	27.8	28.2	
DEMANDA X SATISFACER	lps	25.9	27.8	28.3	28.9	29.6	30.3	30.9	31.5	32.1	32.8	33.4	33.9	34.5	35.2	
Deficit calculado	lps	(11.5)	(2.2)	(2.3)	(2.3)	(2.4)	(2.4)	(2.5)	(2.5)	(2.6)	(2.6)	(2.7)	(2.7)	(2.7)	(2.8)	
Deficit calculado	%	(37.1)	(5.2)	(5.5)	(5.7)	(5.9)	(5.9)	(6.0)	(5.9)	(6.0)	(5.9)	(6.0)	(5.9)	(5.8)	(5.9)	

PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
18,524	18,908	19,301	19,702	20,051	20,406	20,767	21,135	21,509	21,844	22,185	22,531	22,882	23,239	23,555	23,871	24,194	24,521	24,852
14,671	14,975	15,284	15,604	15,880	16,162	16,447	16,739	17,025	17,300	17,571	17,845	18,123	18,405	18,654	18,906	19,162	19,421	19,683
25.5	26.0	26.5	27.1	27.6	28.1	28.6	29.1	29.6	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.4	32.8	33.3	33.7	34.2
313	322	332	342	352	363	374	385	396	408	421	433	446	460	473	486	502	517	533
250	258	266	274	282	290	299	308	317	326	337	346	357	368	378	390	402	414	426
4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.1	5.2	5.4	5.5	5.7	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2
21	21	22	22	23	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	29	29	30
0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
30.6	31.3	32.0	32.7	33.4	34.0	34.7	35.4	36.1	36.6	37.3	37.9	38.6	39.4	40.0	40.6	41.4	42.0	42.7
35	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
19.7	19.4	19.0	18.2	18.0	17.5	17.7	17.9	18.0	18.2	18.3	18.5	18.7	18.9	19.0	19.1	19.3	19.5	19.7
41.3	40.7	40.0	40.9	41.7	42.5	43.4	44.3	45.1	45.8	46.6	47.4	48.3	49.3	50.0	50.7	51.7	52.5	53.4
180.4	180.4	180.8	181.2	181.5	181.8	182.0	182.7	182.9	182.8	183.4	183.7	184.2	185.0	185.2	185.5	186.6	186.8	187.4

CRECIMIENTO ANUAL

3.00%

2.00%

65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
39.0	38.4	37.6	38.5	39.2	40.0	40.8	41.7	42.4	43.1	43.9	44.6	45.5	46.4	47.1	47.7	48.7	49.5	50.3
2,225	2,271	2,319	2,367	2,409	2,451	2,495	2,539	2,584	2,624	2,665	2,707	2,749	2,792	2,829	2,867	2,905	2,944	2,985
13,351	13,627	13,910	14,200	14,451	14,707	14,967	15,232	15,502	15,743	15,990	16,239	16,492	16,749	16,975	17,204	17,437	17,673	17,912
91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0
23.2	23.7	24.1	24.7	25.1	25.6	26.0	26.5	26.9	27.3	27.8	28.2	28.7	29.1	29.5	29.8	30.3	30.7	31.1
28.3	28.9	29.6	30.3	30.9	31.5	32.1	32.8	33.4	33.9	34.5	35.2	35.8	36.5	37.1	37.6	38.4	39.0	39.6
(2.3)	(2.3)	(2.4)	(2.4)	(2.5)	(2.5)	(2.6)	(2.6)	(2.7)	(2.7)	(2.7)	(2.8)	(2.8)	(2.9)	(2.9)	(3.0)	(3.0)	(3.0)	(3.1)
(5.6)	(5.7)	(5.0)	(5.9)	(6.0)	(5.9)	(6.0)	(5.9)	(6.0)	(5.9)	(5.8)	(5.9)	(5.8)	(5.9)	(5.8)	(5.9)	(5.8)	(5.7)	(5.8)

CONCEPTO	UNIDAD	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
POBLACION TOTAL	hab	17,778	18,147	18,524	18,908	19,301	19,792	20,051	20,406	20,767	21,135	21,509	21,844	22,185	22,571
POBLACION URBANA	hab	7,699	7,775	7,857	7,937	8,015	8,098	8,171	8,244	8,300	8,394	8,474	8,544	8,614	8,684
DEMANDA DOMESTICA	lps	6.4	6.6	6.7	6.8	7.0	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	7.8	7.9	8.0	8.1
COMERCIOSES TOTALES	com	295	304	313	322	332	342	352	363	374	385	396	408	421	433
COMERCIOSES	com	59	61	63	64	66	68	70	73	75	77	79	82	84	87
DEMANDA COMERCIAL	lps	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5
INDUSTRIAS	ind														
DEMANDA INDUSTRIAL	lps														
S U B T O T A L	lps	7.4	7.6	7.8	7.9	8.1	8.2	8.4	8.6	8.8	8.9	9.1	9.3	9.4	9.6
Períodos Estimados	%	45	40	35	30	25	20	20	25	25	25	25	25	25	25
VOLUMEN DE PERIODOS	lps	3.7	3.1	2.7	2.4	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4
DEMANDA T O T A L	lps	10.7	10.7	10.9	10.3	10.1	10.3	10.5	10.8	11.0	11.1	11.4	11.6	11.8	12.0
DOTACION	l/hab/d	172.8	174.7	174.1	173.1	174.7	173.9	173.7	175.7	175.4	174.9	176.4	176.6	176.4	176.4
CONSUMOS MEDIO				CRECIMIENTO ANUAL											
Domestico	l/hab/d	150													
Comercial	l/com/d	1,480		3.00%											
Industrial	l/ind/d	3,200		2.00%											
PRODUCCION	lps	0.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
DEMANDA SATISFECHA	lps	0.0	10.4	10.2	9.9	9.6	9.7	9.9	10.1	10.3	10.3	10.6	10.6	11.0	11.2
Tomas domiciliarias	toma	566	604	610	616	622	629	633	637	648	659	671	682	692	703
Poblacion servida	hab	3,396	3,624	3,660	3,697	3,734	3,770	3,795	3,820	3,898	3,956	4,026	4,089	4,153	4,218
Poblacion servida	%	91.8	96.0	95.0	94.0	92.0	92.0	91.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
Servicio domestico	lps	0.0	6.3	6.4	6.4	6.5	6.5	6.6	6.7	6.8	6.8	7.0	7.1	7.2	7.3
DEMANDA X SATISFACER	lps	10.0	7.4	7.4	7.5	7.6	7.7	7.7	7.9	8.0	8.1	8.4	8.5	8.6	8.8
Deficit calculado	lps	(10.0)	(0.3)	(0.3)	(0.4)	(0.5)	(0.6)	(0.6)	(0.7)	(0.7)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.8)
Deficit calculado	%	100.0	(2.8)	(2.9)	(3.9)	(4.9)	(5.3)	(5.7)	(6.5)	(6.4)	(7.2)	(7.0)	(6.9)	(6.8)	(6.7)

PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
104	18,908	19,361	19,792	20,281	20,456	20,767	21,138	21,559	21,844	22,188	22,571	22,882	23,239	23,553	23,871	24,194	24,521	24,852	25,182
157	3,932	4,015	4,098	4,171	4,244	4,320	4,396	4,474	4,544	4,614	4,684	4,759	4,834	4,899	4,945	5,032	5,100	5,169	5,189
1.7	6.6	7.0	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	7.8	7.9	8.0	8.1	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.9	9.0	9.0
113	322	332	342	352	363	374	385	396	408	421	433	446	460	472	488	502	517	533	550
63	84	66	68	70	73	75	77	79	82	84	87	89	92	95	98	100	102	107	107
1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8
7.8	7.9	8.1	8.2	8.4	8.6	8.8	8.9	9.1	9.3	9.4	9.6	9.8	10.0	10.1	10.3	10.4	10.6	10.8	10.8
26	30	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
2.7	2.4	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7
10.5	10.3	10.1	10.3	10.5	10.8	11.0	11.1	11.4	11.6	11.8	12.0	12.3	12.5	12.6	12.8	12.9	13.0	13.2	13.5
14.1	173.1	174.7	173.9	173.7	175.7	175.4	174.9	176.4	176.6	176.4	176.4	176.4	179.0	177.9	178.2	179.5	178.4	180.2	180.7

INCREMENTO ANUAL

1.00%

2.00%

25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
10.2	9.9	9.6	9.7	9.9	10.1	10.3	10.3	10.6	10.6	11.0	11.2	11.5	11.7	11.8	12.0	12.1	12.4	12.6	12.6	12.6
610	616	622	628	633	637	648	659	671	682	692	703	714	725	735	745	755	765	775	775	775
1,460	3,697	3,734	3,770	3,795	3,820	3,888	3,956	4,026	4,089	4,153	4,218	4,284	4,350	4,409	4,469	4,529	4,590	4,652	4,652	4,652
95.0	94.0	93.0	92.0	91.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
6.4	6.4	6.5	6.5	6.6	6.7	6.8	6.8	7.0	7.1	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7	7.7	7.8	8.0	8.1	8.1	8.1
7.4	7.5	7.6	7.7	7.7	7.9	8.0	8.1	8.4	8.5	8.6	8.8	9.0	9.1	9.3	9.4	9.5	9.9	9.9	9.9	9.9
(0.3)	(0.4)	(0.5)	(0.6)	(0.6)	(0.7)	(0.7)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.9)	(0.9)	(0.9)	(0.9)	(0.9)
(2.9)	(3.9)	(4.9)	(5.3)	(5.7)	(6.5)	(6.4)	(7.2)	(7.0)	(6.9)	(6.8)	(6.7)	(6.5)	(6.4)	(6.3)	(7.0)	(6.9)	(6.7)	(6.7)	(6.7)	(6.7)

TABLA No. 8

Cabe mencionar que el consumo doméstico se logra partir de que los usuarios se auxilian de la repartición del agua que se hace por medio de pipas, para completar el total del caudal.

### 3.1.2 Demanda Actual y Futura

En la Tabla No. 6 se presenta el cálculo para Ciudad Serdán de la demanda total y de la dotación real, desde el año 1990 hasta el 2010.

En las Tablas Nos. 7 y 8 se presenta el mismo cálculo, sin considerar la Gloria en Cd. Serdán y la Colonia únicamente.

#### DEMANDA ACTUAL

Con la información proporcionada y con pérdidas en la localidad del 45%, obtenemos que la demanda total en 1990 es de 53.3 lps, proporcionándose actualmente 32.0 lps. La dotación es de 178.5 lt/hab/día.

Separando la Colonia La Gloria de Cd. Serdán, tenemos para 1990:

COMUNIDAD	POBLACION (hab)	DEMANDA (lps)	DOTACION (l/hab/d)
La Gloria	3,698	10.7	172.8
Cd. Serdán	14,080	42.5	179.9

TABLA No. 9

## DEMANDA FUTURA

Para determinación de la demanda futura, consideramos que los consumos doméstico, comercial e industrial, se mantienen igual que los calculados para 1990.

Para el horizonte de proyecto, se tienen las tasas de crecimiento para uso doméstico y comercial como se muestran en la Tabla No. 6 (Cálculo de Población al Año 2010); las de uso industrial se consideró un crecimiento de 2.0% anual.

El porcentaje de pérdidas que actualmente se estimó de 45%, tenderá a bajar, aproximadamente un 5% anual bajo el programa de detección y reparación de fugas, hasta alcanzar un 25%, en que se deberá de mantener constante.

Los resultados que arroja la proyección de la demanda de agua potable en Cd. Serdán, se pueden ver en la Tabla No. 6, correspondiendo a la demanda total 66.9 lps y la dotación de 185.0 lts/hab/día.

Separando la colonia La Gloria de ciudad Serdán, tenemos:

COMUNIDAD	POBLACION (hab)	DEMANDA (lps)	DOTACION (l/hab/día)
La Gloria	5,169	13.5	180.7
Cd. Serdán	19,683	53.4	187.4

TABLA No.10

### 3.2 ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE.

El servicio de agua potable en Ciudad Serdán, tiene como fuente de abasto dos pozos que surten de agua a la cabecera municipal. El abasto debería reforzarse con agua del manantial San Martín Ojo de Agua ubicado a 7.0 km de distancia formado por los escurrimientos del Fico de Orizaba; sin embargo, el agua de este manantial está comprometida a varias poblaciones antes de llegar a Cd. Serdán; además, la poca agua que llega está contaminada, por lo que se optó por no considerar este gasto.

Existe un pozo en la colonia La Gloria, que está desviado y azolvado, el que se ha deshechado. Por lo que se pretende perforar otro en un lugar cercano.

En la Escuela Técnica Agropecuaria No. 7, existe otro pozo que se encuentra sin equipar, el cual está en condiciones de operar si se hace una instalación adecuada del mismo.

De acuerdo a datos proporcionados por el organismo operador del sistema de agua potable, el servicio actualmente es cubierto en un 90% (1990).

Las fuentes de abastecimiento de agua proporcionan actualmente 32 lps, dato obtenido mediante aforos volumétricos realizados en le cárcamo de rebombeo y en el tanque de almacenamiento, que comparándolas con la demanda actual que es de 53.3 lps, existe un déficit en 21.3 lps.

A continuación se presenta el levantamiento del equipo instalado, así como su descripción.

#### POZO 1

Este pozo se encuentra a 2.0 km, al oeste de la ciudad, produce actualmente un gasto medio de 16 lps. El sistema de capacitación es por medio de una bomba sumergible, la cual consta de un motor BAMSА de 85 HP y 440 volts, trabaja a una profundidad dinámica de 140.5 m, descarga a un cárcamo de rebombeo situado a una distancia de 300 m. .

#### POZO 2

Se encuentra aproximadamente a 1.8 km al oeste del Pozo 1, se obtiene un gasto medio de 16 lps. El arreglo consiste en una bomba sumergible con motor BAMSА de 85 HP y 440 volts, trabajando a 160 m de profundidad dinámica. Descarga también al cárcamo de rebombeo, las líneas de conducción de ambos pozos se unen con una T, descargando una sola tubería.

#### POZO E.T.A.

Este pozo se encuentra ubicado dentro de la ciudad en la esquina formada por las calles de 5 Poniente y 11 Sur, actualmente el pozo no está funcionando. El pozo está concesionado a la Escuela Técnica Agropecuaria que depende de la Secretaría de Educación Pública; el Municipio tiene un acuerdo con la Secretaría para operarlo.

## MANANTIAL SAN MARTIN OJO DE AGUA

Existe también un manantial cercano a la población San Martín Ojo de Agua, cuyas aguas pretendían llegar a Cd. Serdán; sin embargo, por compromisos con otras localidades, que son: San Martín Ojo de Agua, San Juan Arcos Ojo de Agua, San Francisco Cuautlancingo, Jesús María y San Cayetano; se le tuvo que dar agua agotándose antes de llegar a Cd. Serdán. En ocasiones escurre 1.0 ò 2.0 lps durante algunas horas descargando a un tanque; este gasto no se ha tomado en consideración en nuestro estudio por encontrarse expuesta al medio ambiente y por lo tanto contaminada.

## POZO LA GLORIA

Este pozo se localiza en la colonia La Gloria, entre el callejón Juan Escutia y la calle Carlos B. Zetina, actualmente no está en operación debido a que se encuentra desviado y azolvado y su rehabilitación sería difícil y costosa, no garantizándose su buen funcionamiento.

### 3.2.1 REQUERIMIENTOS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

#### AGUA POTABLE

Para los servicios de agua potable, se requieren al año 2010, fuentes de abastecimiento que proporcionene 66.9 lps.

Para determinar los gastos de los Pozos 1, 2 y ETA, se realizó un aforo en cada uno, resultando que los gastos recomendables son:

N. DINAMICO m.	POZO	GASTO (lps)	ABATIMIENTO m.	T RECUP. min.
153.13	Nº 1	35	15.97	120
127.75	Nº 2	30	14.52	120
161.34	E.T.A.	25	11.89	120
	TOTAL:	90		

Tabla 11

Los requerimientos en el tiempo se presentan en las gráficas de Oferta - Demanda, Figuras Nº 4, Nº 5 y Nº 6.

Como puede observarse en la gráfica oferta-demanda, si a partir del año 1991 se re-equipan los Pozos 1 y 2, con un caudal de 65 lps, se pueden satisfacer las necesidades de la ciudad e incorporando el Pozo E.T.A., se puede utilizar como reserva del sistema; es conveniente que los pozos se operen rotándolos.

Por recomendación de la administración pública de esta ciudad, se propone la perforación de un pozo en la colonia La Gloria, que solucionará los problemas de abasto de dicha colonia, así mismo se propone la creación de un organismo operador independiente para esta colonia.

Dado que las fuentes proporcionan agua cruda a la ciudad, se realizaron estudios físico-químicos y bacteriológicos del agua de los dos pozos existentes en Cd. Serdán.

CURVAS OFERTA/DEMANDA  
CIUDAD : SERDAN (CON LA GLORIA)

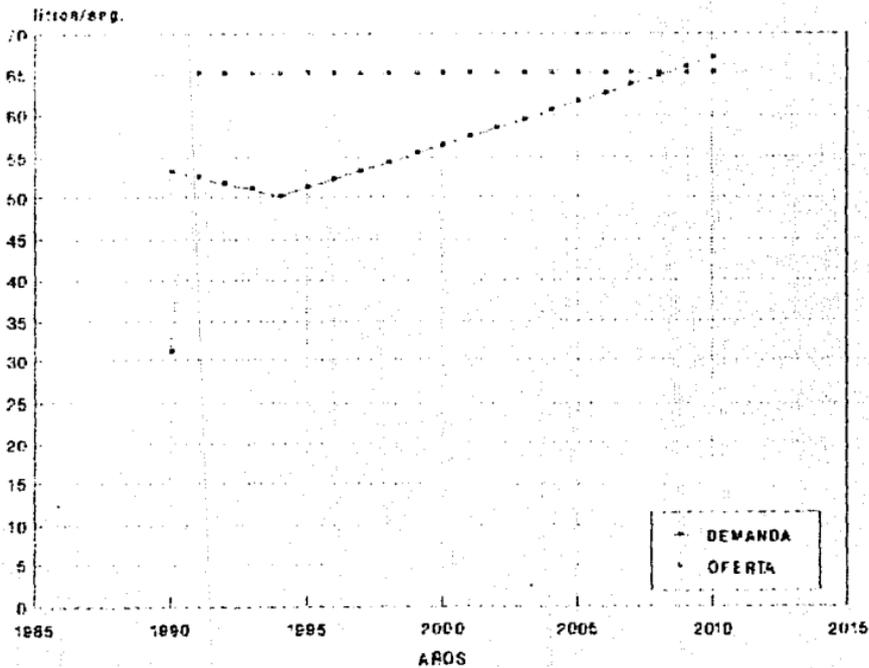


FIGURA 4

**CURVAS OFERTA/DEMANDA  
CIUDAD : SERDAN (LA GLORIA)**

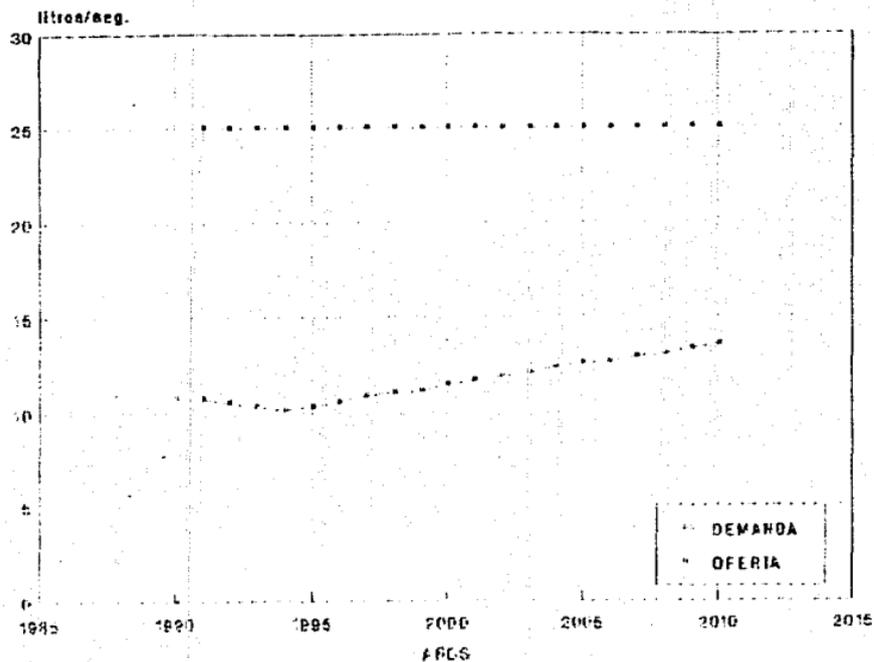


FIGURA 5

CURVAS OFERTA/DEMANDA  
CIUDAD : SERDIAN (POBLACION URBANA)

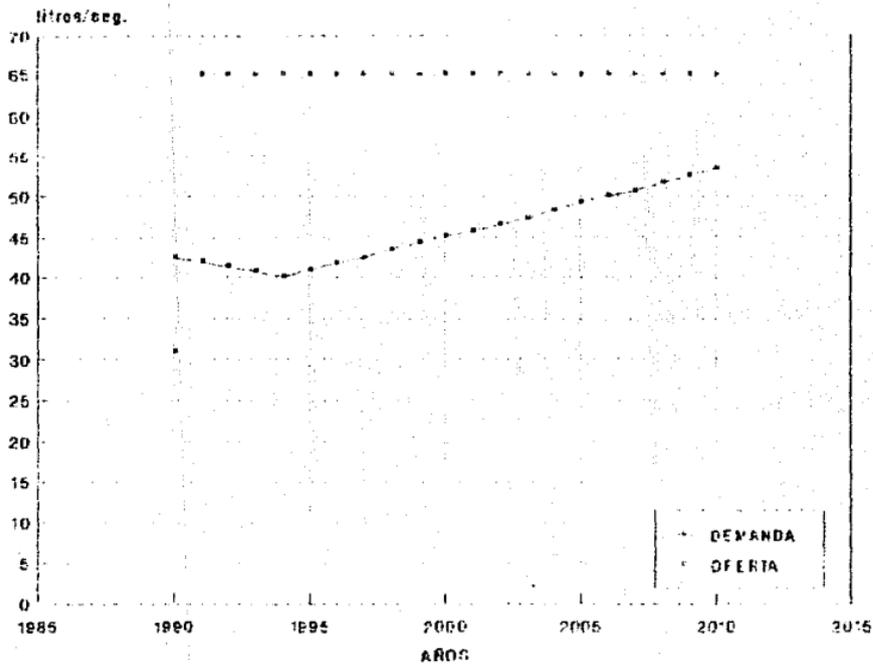


FIGURA 6

De los resultados obtenidos, se deduce que física y químicamente el agua de los dos pozos se encuentra dentro de las normas respectivas. Con respecto a la calidad bacteriológica el agua de los pozos resultó por arriba de la norma con respecto a los coliformes totales; ya que la Secretaría de Salud indica que el agua debe aceptarse con 2 NMP/100 ml de coliformes totales y 0 NMP/100 ml para coliformes fecales, por lo que es recomendable que el agua para consumo humano se desinfeste con cloro, para garantizar su potabilidad y evitar que se contamine en su conducción.

La demanda de cloro óptima o dosis de diseño que se usará para la realización del proyecto es muy pequeña. Por lo que es conveniente diseñar con una dosis máxima de 6 mg/lit.

En cuanto a la regularización, el tanque existente con las modificaciones propuestas para la línea de entrega, podrá utilizarse plenamente, no necesitando una ampliación en el horizonte de estudio.

La colonia La Gloria deberá ser dotada de un tanque de almacenamiento elevado y una cisterna, que regulen el régimen de demandas cuando esta colonia; como se planea, sea alimentada con las aguas extraídas del pozo que se perfora en la misma colonia. El tanque elevado será de 50 m<sup>3</sup> de capacidad y la cisterna de 270 m<sup>3</sup>.

En cuanto a la red, del análisis realizado se obtiene que ésta deberá rehabilitarse para formar circuitos principales, que permitan un funcionamiento adecuado; así mismo, deberán reponerse tramos de tubería que debido a los años de servicio se encuentran dañados en la red secundaria, se propone una cobertura con una alimentación funcional que

permita al organismo operar en mejores condiciones la red, hacer reparaciones sin parar el sistema, detectar fugas, mejorar las cargas máximas, etc. Para ello se requiere también la colocación estratégica de válvulas de seccionamiento que permitan una operación más sencilla de la red y para efectuar maniobras de reparación de las líneas.

La línea de alimentación, requiere por el problema que tiene con el fenómeno de golpe de ariete, una válvula de admisión y expulsión de aire, colocada después de la válvula de seccionamiento, junto al tanque de regulación. Se requiere otra válvula aliviadora de presión aguas abajo al conectarse esta línea a la red de distribución.

En los Pozos 1 y 2, el análisis realizado se recomienda sustituir los equipos de bombeo actuales, ya que su eficiencia no es la adecuada, no dando el gasto que se puede extraer de ellos, sin producir abatimiento en el acuífero. Adecuar los arreglos electromecánicos a los caudales que pueden proporcionar cada uno (en base a los resultados de los aforos efectuados, pudiendo aportar mayor gasto que el actual).

La Planta de Rebombeo también requiere que se rehabilite el arreglo electromecánico, las bombas trabajan con una eficiencia del 50%, lo cual no es aceptable; además, el arreglo bomba-motor N<sup>o</sup> 2 no se encuentra en buenas condiciones, ya que frecuentemente el motor presenta un sobrecalentamiento, lo que ocasiona que se quemé, quedando

fuera de servicio la mayor parte del tiempo, por lo que se propone sustituirlo.

La línea de conducción presenta fugas, detectadas en los aforos realizados por la Empresa Proyectos y Construcciones Huerta, S. A. de C. V., en noviembre de 1990, las cuales son ocasionadas por un gran número de tomas clandestinas.

Se requiere la incorporación de equipos de macromedición en las fuentes de abastecimiento de equipos de macromedición en las fuentes de abastecimiento y a la salida del tanque de regulación, de manera que sea posible la rápida detección de anomalías e ineficiencias, así como poder llevar a cabo un mejor control de la producción y la recaudación.

Se propone la creación de un programa para instalar equipos de micromedición en el sistema de manera que se favorezca la recaudación por medio de tarifas que reflejen los costos de producción, que aunado a una campaña de concientización del uso del agua entre la población, de como resultado un uso más eficiente del recurso.

Se deberá crear un programa de detección y reparación de fugas, que dote al organismo del equipo necesario para llevarlo a cabo, de manera que en conjunción con la medición de caudales propicie la eliminación de tomas clandestinas y de las fugas ocasionadas por las deficiencias técnicas.

### 3.3 DICTAMEN.

#### 3.3.1 DIAGNOSTICO DEL ORGANISMO OPERADOR

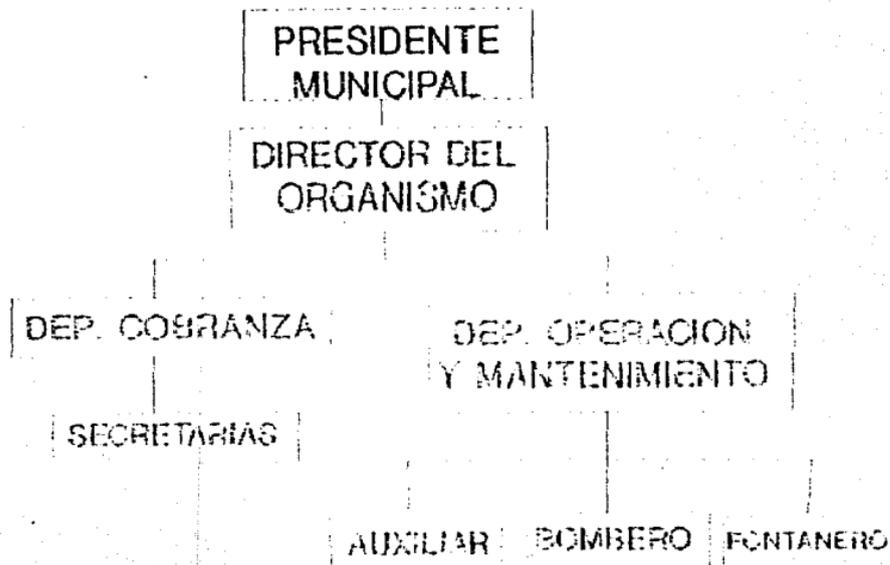
El organismo encargado de estos servicios en Ciudad Serdán, tiene como razón social "SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA Y ALCANTARILLADO. Jurídicamente es un organismo centralizado del Gobierno Municipal. En la Figura No. 7 se muestra el organigrama de éste.

El organismo operador es controlado por la presidencia municipal quien nombra al Director del mismo, el organismo por tanto no cuenta con autonomía legal, jurídica ni financiera para su funcionamiento y establecimiento de tarifas, debiendo para ello proponer al Presidente Municipal las reformas que se consideran necesarias, mismas que son puestas a consideración del Cabildo Municipal para su aprobación.

Las funciones de dirección, organización, planeación y administración recaen sobre el Director del organismo, que además controla y vigila los departamentos de operación y mantenimiento de los servicios de aguas potable y alcantarillado.

En función de administrador, el director lleva la contabilidad, cortes de caja, libro de ingresos y egresos, notificación de cobros y revisión de las relaciones de ingresos diarios, para lo cual se auxilia de un encargado de cobros en la oficina, dos encargados de cobranza a domicilio, un responsable de quejas y una secretaria, la función de estos últimos, además de realizar los contratos

# ORGANIGRAMA



con los usuarios, facturación, recaudación etc., también se encargan de cuentas menores y labores de recursos humanos.

Los jefes de operación y mantenimiento tienen como funciones operar y mantener los pozos, la red de distribución de agua potable, el equipo electromecánico y la red de alcantarillado. Para realizar sus funciones el servicio de agua potable cuenta con el siguiente personal un jefe de servicio, un auxiliar, un almacenista-fontanero, dos ayudantes de fontanero, un bombero, un velador y un asesor del sistema, para el servicio de drenaje un jefe de servicio y dos auxiliares.

Los aspectos relevantes del sistema municipal de agua potable y alcantarillado, son:

Hasta diciembre de 1990 los contratos de agua potable y alcantarillado, se contabilizaron en 2,901 contratos de agua potable y 1,550 de alcantarillado; así mismo, con respecto al agua potable se registraron 2,586 tomas domésticas, 295 comerciales y 20 industriales.

Es conveniente aclarar que el sistema considera como tomas industriales a los hoteles, paletterías y algún otro establecimiento no relacionado con la industria, pero si en función del volumen de agua consumido.

Con respecto al padrón de usuarios se encuentra actualizado pero existen tomas clandestinas que merman el suministro de

agua debido a que éstas no tienen una instalación adecuada, por lo que es necesaria su incorporación al padrón para su control.

Otro aspecto relevante es la nula medición de caudales en las fuentes, dato sumamente importante para conocer con precisión los volúmenes producidos respecto a los volúmenes facturados y que conducen a que el organismo no tenga saneadas sus finanzas; tampoco existen medidores en las tomas.

No existe un programa de detección y corrección de fugas, los reportes de fugas son atendidos y corregidos sólo cuando estas son reportadas por los usuarios. Dentro del presupuesto que apoya las actividades del organismo, se incluye una partida para eliminación de fugas.

El mantenimiento que se otorga a los equipos no es satisfactorio, ya que no se cuenta con el presupuesto necesario para llevarlo a cabo.

Para la red de alcantarillado existe un programa de desazolve de atarjeas las cuales se llevan a cabo periódicamente y según reportes de los usuarios.

No se efectúan controles de la calidad del agua, debido a que no se cuenta con el presupuesto para su realización.

Tampoco se tiene un programa para capacitación del personal.

Debido a que no existe micromedición, no ha sido posible diseñar una estructura tarifaria que este de acuerdo a los consumos, por lo que se emplea una política de cuota fija, lo que provoca que no haya un consumo racionalizado de parte de los consumidores.

Las tarifas se clasifican en: domésticas, comerciales e industriales y tienen vigencia desde julio de 1990, las cuotas se presentan en la Tabla No. 12.

#### TARIFAS MENSUALES DE AGUA POTABLE PARA CD. SERDAN

CLASIFICACION	CUOTA FIJA (\$)
Doméstica	10,000
Comercial I	17,000
Comercial II	30,000
Industrial	80,000

TABLA No. 12

La subdivisión del sector comercial en I y II, se hace en función de la importancia del establecimiento por su consumo de agua potable.

Con lo que respecta al drenaje, también se tiene establecida una cuota fija, que es de \$ 1,000.00 pesos mensuales.

De acuerdo con la información del organismo operador, el 54% de los usuarios no pagan sus cuotas de agua potable y alcantarillado con la regularidad deseada. Las deudas en su gran mayoría corresponden a un período comprendido entre 3 meses y un año, La irregularidad de los pagos radica principalmente en la inconformidad de la población debido a la deficiencia del sistema que no satisface la demanda.

En la Tabla No. 13 se muestra los ingresos y egresos registrados por el organismo operador en el año de 1990 y parte del de 1991:

INGRESOS Y EGRESOS DEL AÑO 1990

MES	INGRESOS	EGRESOS	APORTACION DEL MUNICIPIO
	(\$)	(\$)	(\$)
Enero	36,796	33,384	0
Febrero	9,254	16,970	8,000
Marzo	17,759	44,241	29,345
Abril	13,869	12,290	0
Mayo	18,640	27,825	11,000
Junio	15,026	32,875	14,475
Julio	16,961	18,711	2,500
Agosto	20,060	37,897	22,500
Septiembre	13,724	25,812	11,139
Octubre	16,451	30,221	12,500
Noviembre	13,200	27,235	15,600
Diciembre	21,339	28,003	0
T O T A L	213,079	335,464	127,059

INGRESOS Y EGRESOS DEL AÑO 1991

MES	INGRESOS	EGRESOS	APORTACION DEL MUNICIPIO
	(₡)	(₡)	(₡)
Enero	42,063	45,515	14,000
Febrero	23,772	24,796	0
Marzo	21,275	24,366	5,000
Abril	20,799	31,750	10,000
Mayo	17,608	27,534	6,983
T O T A L	125,517	153,961	35,983

Cantidades en miles de pesos

TABLA No 13

Como puede verse en la Tabla No. 13, existe una diferencia grande entre los ingresos y los egresos, razón por la cual el municipio tiene que aportar el déficit la mayoría de los meses, es conveniente que se elimine esta aportación actualizando el padrón de usuarios y obligando a que todos los usuarios paguen y en su caso actualizar la tarifa.

Se recomienda una revisión del organismo y sus funciones; así como, la adquisición de equipos de micromedición y macromedición, por medio de los cuales se podrá realizar un estudio tarifario que fije parámetros de cobro más acorde con el costo real.

Es necesario eliminar tomas clandestinas incorporándolas al padrón y clausurando las que no pertenezcan a los usuarios, como pueden ser las que están en la línea de conducción a bombeo.

A continuación se hace un resumen de los índices siguientes:

a) Indicadores de Operación

Volumen anual producido entre número de conexiones:

$$\frac{Vp}{\text{tomas}} = \frac{1'009,152}{2,901} = 347.9 \text{ m}^3/\text{toma}$$

Costo de energía entre costos totales de operación:

$$\frac{Ce}{C \text{ op}} = \frac{219'951,610}{335'464,208} = 0.66$$

Porcentaje de conexiones con medidor:

No se cuenta con medidores

Dotación actual:

$$\text{Dotación} = \frac{31 * 86,440}{17,778} = 156 \text{ lt/hab/día}$$

b) Indicadores de personal

Empleados por cada 1000 conexiones de agua:

$$\frac{\text{Emp}}{\text{toma}} = \frac{17}{2.901} = 5.9 \text{ emp/1,000 tomas}$$

Empleados por cada 1000 conexiones de agua y alcantarillado:

$$\frac{\text{Emp}}{t(\text{ap+alc})} = \frac{17}{2.901 + 1.550} = 3.8 \text{ emp/1,000 tomas}$$

Volumen producido por empleado:

$$\frac{\text{Vp}}{\text{Emp}} = \frac{1'009,152}{17} = 59,362 \text{ m}^3/\text{emp}$$

**Costo total de salarios contra costo de operación:**

$$\frac{C \text{ emp} \quad 83'867,000}{C \text{ op} \quad 335'464,208} = 0.25$$

**c) Indicadores financieros**

**Ingreso por m<sup>3</sup> producido**

$$\frac{I \text{ op} \quad 198'413,640}{Vp \quad 1'009,152} = 196.6 \text{ \$/m}^3$$

#### 4. FORMULACION Y JERARQUIZACION DE ALTERNATIVAS

Se analizaron diferentes opciones de solución, desde el punto de vista técnico, económico y financiero, para la solución de la problemática de los servicios de agua potable y alcantarillado.

Para el planteamiento de las estrategias, se tomó en cuenta los periodos económicos del diseño de las diferentes estructuras que intervienen en las soluciones planteadas, conforme a las recomendaciones que da la Comisión Nacional del Agua.

Se agruparon las alternativas en dos bloques, en los cuales el primero tiene como característica principal el agrupar las alternativas de solución que pretenden operar el sistema de agua potable de manera conjunta con las poblaciones de cd. Serdán y la colonia la Gloria. El segundo grupo contiene las alternativas en las que se pretende que la operación de los sistemas de agua potable se realice de manera independiente en cd. Serdan y la Gloria a recomendación de la administración pública de cd. Serdan.

##### 4.1 Alternativas de Fuentes de Abastecimiento

###### ALTERNATIVA A

En esta alternativa se plantea la rehabilitación de los pozos existentes, es decir, los Pozos 1, 2 y el Pozo E.T.A., los cuales proporcionan en conjunto un gasto de 90 lps. los cuales son suficientes para cubrir las demandas de agua potable en el horizonte de planeación en el año 2010.

De acuerdo con la tabla de proyección de demandas se requieren fuentes de abastecimiento que proporcionen un gasto de 65 lps., por lo que tan solo los pozos No.1 y 2 son suficientes, dejando el pozo de la E.T.A. como reserva en caso de algun problema en los pozos 1 y 2.

Por lo tanto, podemos concluir que las fuentes existentes son suficientes para abastecer a cd. Serdan y a la colonia la Gloria.

Las acciones necesarias para llevar a cabo esta alternativa son:

- Equipamiento electromecánico para los pozos No.1, 2 y pozo de la E.T.A. para un gasto de producción de 35, 30 y 25 lps. respectivamente.

#### **ALTERNATIVA B**

En esta alternativa, se propone la rehabilitación de los pozos No.1 y 2, así mismo su equipamiento electromecánico, de manera que estos pozos proporcionen el agua solo a la población urbana de cd. Serdan.

Adicionalmente, se propone la perforación de un pozo adicional dentro de la colonia la Gloria, con el cual se pretende independizar el suministro de agua a esta colonia, la cual carece practicamente del servicio.

De acuerdo con la tabla de demandas correspondiente para una red que independice el servicio de la colonia la Gloria. Se

requiere de fuentes de abastecimiento que proporcionen 53.4 lps. para cd. Serdan y 13.5 lps. para la colonia la Gloria.

Para esto a sugerencia de la administración pública de cd. Serdan se propone la perforación de un pozo en la colonia la Gloria ya que el pozo existente e dicha localidad es muy difícil de rehabilitar.

Los pozos No.1 y 2 proporcionaran el gasto necesario para cd. Serdán.

Las acciones necesarias para llevar a cabo esta alternativa son:

- Perforar un pozo en la colonia la Gloria para una profundidad aproximada de 200 m de profundidad y un gasto medio de 15 lps.

\_ Equipamiento del pozo para un gasto medio de 15 lps.

\_ Equipamiento de los pozos No.1 y 2 para 35 y 30 lps respectivamente.

#### 4.2 Alternativas de Conducción

##### ALTERNATIVA A

1) Esta alternativa comprende la utilización de las líneas de conducción actuales modificando solo el equipamiento electromecánico del cárcamo de bombeo existente para un gasto de diseño adecuado.

2) Esta alternativa comprende la utilización de las líneas existentes de los pozos al cárcamo de rebombéo y la construcción de una nueva línea de conducción al tanque de distribución, con una menor longitud de desarrollo y menor costo de operación.

Debido a los problemas actuales, se consideró de acuerdo con la supervisión de la CNA, analizar la alternativa No.2 y así mismo utilizar las líneas existentes de los pozos No.1 y 2.

Las acciones necesarias para llevar a cabo esta alternativa son:

- Construcción de una línea de conducción de 10" de diámetro (ver anexo cálculo de diámetro económico).
- Equipamiento del cárcamo de rebombéo para un gasto de 65 lps.

### **ALTERNATIVA B**

Esta alternativa consiste en la construcción de una nueva línea de conducción, que va directamente de la Planta de Rebombéo al Tanque de Regularización, sin pasar por la ciudad.

Adicionalmente a la construcción de la línea de conducción de cd. Serdán es necesario de acuerdo con las características de esta alternativa, la construcción de una línea de conducción para alimentar el tanque elevado de la colonia la Gloria que se requiere para la operación separada de las redes.

Las acciones necesarias para llevar a cabo esta alternativa son:

- Construcción de una línea de conducción de 10" de diámetro para cd. Serdán.
- Equipamiento de cárcamo de rebombeo
- Construcción de una cisterna de 270 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Construcción de un tanque elevado de 50 m<sup>3</sup> de capacidad.

En lo referente a las conducciones de los pozos a la planta de rebombeo, las líneas se encuentran en buenas condiciones y el diámetro de 200 mm (8"), de asbesto-cemento, clase A-5 es adecuado para transportar los caudales que suministrarán los pozos.

#### 4.3 Alternativas de Distribución

##### ALTERNATIVA A

Esta alternativa comprende, la rehabilitación de los tramos de la red que causan que los cruceros operen fuera de las normas de agua potable, la colocación de válvulas de seccionamiento para la operación eficiente de la distribución del agua potable; así como la formación de circuitos principales, en esta alternativa se considera la operación conjunta de las redes de Cd. Serdán y La Gloria.

De acuerdo con los periodos económicos utilizados por la CNA de 10 años en redes de distribución de agua potable, se revisó la red para un gasto de 10 años para determinar los tramos por rehabilitar para un primer periodo económico y el gasto del año 2010 para un segundo análisis así como una revisión para un gasto actual ( ver anexo de memorias ) y la red trabajando conjuntamente.

Las acciones necesarias para llevar a cabo esta alternativa son:

- Instalación de 1491 m de tubería de 3" de diámetro de PVC.
- Instalación de 1557 m de tubería de 10" de diámetro de asbesto cemento.

(Ver memoria de cálculo de la revisión de la red existente)

#### ALTERNATIVA B

Al igual que la anterior comprende la rehabilitación de la red de distribución, separando la red en dos partes; trabajando independiente la de Cd. Serdán y La Gloria. En esta alternativa se coloca un medidor de gasto en la línea que conecta a Cd. Serdán con la Col. La Gloria, con el fin de que si ocurre alguna eventualidad que obligue a dar agua potable desde los Pozos 1 ó 2, se pueda medir el gasto que se abasteció.

Las redes quedan interconectadas, haciendo su operación independiente, con una válvula de seccionamiento tipo compuerta, la que será operada por el organismo de Cd. Serdán.

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

Las acciones necesarias para llevar a cabo la alternativa son:

- Instalación de 648 m de tubería de 3" de diámetro de PVC.
- Instalación de 593 m de tubería de 6" de diámetro de asbesto cemento.
- Instalación de 370 m de tubería de 10" de diámetro de asbesto cemento.

(Ver memoria de cálculo de la revisión sin la Gloria.)

#### 4.4 SELECCION Y JERARQUIZACION DE ALTERNATIVAS.

La alternativa A requiere de las siguientes obras para funcionar adecuadamente, en esta alternativa se agruparon las tareas que se consideraron apropiadas para que el servicio sea prestado en conjunto a la población de cd. Serdán y la colonia la Gloria.

- Equipamiento de los pozos No. 1 y 2.
- Equipamiento de cárcamo de rebombeo.
- Construcción de una línea de conducción de 10" de diámetro hacia el cárcamo de rebombeo existente.

- Rehabilitación de la red existente para sus periodos económicos considerando a cd. Serdán y la colonia la Gloria en operación conjunta.

- acciones complementarias.

La alternativa B de solución requiere de las siguientes acciones para poder llevarse a cabo. En esta alternativa se encuentran los requerimientos para una operación separada de las redes de cd. Serdán y la colonia la Gloria.

- Equipamiento de los pozos No.1 y 2 .

- Equipamiento del pozo de la Gloria.

- Equipamiento del cárcamo de rebombeo.

- Perforación de un en la colonia la Gloria.

- Construcción de una línea de conducción de asbesto cemento de 10" de diámetro al tanque de regulación.

- Construcción de un tanque elevado para la colonia La Gloria de 50 m<sup>3</sup>.
  
- Construcción de una cisterna para la colonia la Gloria de 270 m<sup>3</sup>.
  
- Rehabilitación de la red de distribución para los tramos afectados por la revisión de las redes separadas.
  
- Acciones complementarias.

La selección de la alternativa de solución se fundamentó en diferentes criterios de acuerdo con la supervisión de la Comisión Nacional del Agua, la administración pública de Cd. Serdán y el personal técnico de la compañía Sistemas Hidráulicos Ambientales.

Se decidió seleccionar la alternativa B de solución debido a que se contó en ese momento con un financiamiento tramitado por la administración pública de Cd. Serdán ante la Secretaría de Programación y Presupuesto, para la perforación de un pozo en la colonia la Gloria, el cual se aprobó con un monto de 409 millones de pesos del cual la administración pública no informó hasta ese momento para apoyar la separación de los sistemas por problemas políticos con la colonia la Gloria.

Técnicamente la mejor opción parecía ser la alternativa B. Debido a que las modificaciones que se realizarían a la red serían pocas lo que indica que la red tiene un mejor funcionamiento; sin embargo, requiere de una mayor inversión en infraestructura, de la misma forma, la creación de un nuevo organismo operador para la colonia la Gloria puede causar mayores gastos y desajustes que los que causa el organismo existente, el cual cuenta con la experiencia en el manejo de la red en detrimento del servicio.

Las fuentes de abastecimiento existentes son suficientes para el gasto requerido por la ciudad, la perforación de un nuevo pozo no garantiza que este pueda producir lo necesario para el fin planeado.

Tomando en consideración la problemática prevaleciente en la comunidad, en lo referente al servicio de agua potable, se adoptó la alternativa de solución B. La inversión necesaria para llevar a cabo estas acciones son las que se involucran en el capítulo 5 de este trabajo.

La inversión requerida para llevar a cabo cada alternativa es la mostrada en las tablas siguientes.

AGUA POTABLE

OBRA : REQUERIMIENTO DE OBRA PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SEFOPAN, PUE.

ALTERNATIVA A

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
				(1)	(2)
I.-	CAPTACION				
	Equipamiento	pozo	3	50,000	150,000
II.-	CONDUCCION				
	Construcción de líneas de conducción de 10"	m.	1,620	0.150	243,000
III.-	ALMACENAMIENTO				
IV.-	RECES PRIMARIAS				
	Tubería de 3"	m.	1,491	0.010	14,910
	Tubería de 10"	m.	1,557	0.150	233,550
V.-	REPORTEOS				
	Aplicación de reporteos a asistentes	equipo	2	90,000	180,000
VI.-	ACCIONES COMPLEMENTARIAS				
	1.- Instalación de equipos de cloración	equipo	1	15,000	15,000
	2.- Instalación de medidores a usuarios	medidor	1,787	0.165	294,855
	3.- Colocación de válvulas	válvula	16	2,817	45,072
	4.- Campaña de concientización	campaña	1	50,000	50,000
	5.- Adquisición de equipo para detección de fugas	equipo	1	150,000	150,000
	6.- Instalación de sopladoras	medidor	4	3,000	12,000
				TOTAL	1,769,827



## 5. DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS.

De acuerdo con la alternativa seleccionada se realizaron los proyectos necesarios para llevarla a cabo para lo que se realizaron estudios de campo de:

- a) Topografía.
- b) Recopilación de información de la infraestructura existente.
- c) Estudios de mecánica de suelos.
- d) Diagnostico de pozos.

### 5.1 CAPTACION.

De acuerdo con los aforos practicados en los pozos No. 1 y No. 2, se procedió a la selección de los equipos de bombeo para cada pozo, los cuales se eligieron del tipo sumergibles. Se calculó la potencia del motor y se seleccionó la bomba adecuada, así mismo, se diseñó el equipo eléctrico acorde con los requerimientos del motor y el alumbrado.

### 5.1.1 POZO No. 1

Del aforo practicado en este pozo se obtiene los siguientes datos para su equipamiento.

Diámetro superficial de ademe	19 1/2"
Nivel estático	137.16 m
Nivel dinámico	153.13 m
Profundidad actual	165.81 m
Camara de bombeo	28.65 m
Caudal	35.00 lps

Se realizó el cálculo de pérdidas por fricción y locales en el arreglo mecánico propuesto ( fontanería ), utilizando para esto la ecuación de pérdidas por fricción de Darcy Weisbach.

$$H_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad \text{----- (5.1)}$$

Donde:

Hf Pérdidas por fricción en m

f Coeficiente de fricción obtenido del diagrama de Moody, en función de número de Reynolds y la rugosidad relativa del conducto.

D Diámetro del conducto, en m

$V^2$   
--- Carga de velocidad, en m  
 $2 * g$

Así como la ecuación de continuidad.

$$Q = A * V \quad \text{----- (5.2)}$$

donde:

Q Gasto, en m<sup>3</sup>/seg

A Area del conducto, en m<sup>2</sup>

V Velocidad media en el conducto, en m/seg

Se calculó la eficiencia de las bombas de acuerdo con las gráficas de eficiencia proporcionadas por los fabricantes de equipo, las cuales están en función de la carga a vencer y el gasto de diseño.

Con los parámetros obtenidos anteriormente se calculó la potencia de los motores de acuerdo con la ecuación de potencia.

$$P = \frac{\gamma * Q * H}{76 * n} \quad (5.3)$$

Donde:

P Potencia del motor, en HP

$\gamma$  Peso específico del agua, en kg/m<sup>3</sup>

H Carga neta a vencer, en m

76 Factor de conversión; para HP

n Eficiencia del motor y la bomba, adimensional

De acuerdo con la potencia del motor se calcularon las subestaciones para el arreglo eléctrico del pozo.

Así el pozo resultó . ( Ver anexo memorias de cálculo ).

Se elaboraron planos de proyecto ejecutivo con información del arreglo, lista de materiales, y especificaciones, los planos están anexos en el apartado correspondiente.

P1-1/1 Proyecto mecánico pozo No. 1

5.1.2. POZO No. 2

Del aforo practicado en este pozo se obtiene los siguientes datos para su equipamiento.

Diámetro superficial de ademe	11 1/2"
Nivel estático	122.90 m
Nivel dinámico	127.75 m
Profundidad actual	281.63 m
Camara de bombeo	153.88 m
Caudal	30.00 lps

Se realizó el cálculo de pérdidas por fricción y locales en el arreglo mecánico propuesto ( fontanería ), utilizando para esto la ecuación de pérdidas por fricción de Darcy Weisbach (5.1) y continuidad (5.2).

Se calculó la eficiencia de las bombas de acuerdo con las gráficas de eficiencia proporcionadas por los fabricantes de equipo, las cuales están en función de la carga a vencer y el gasto de diseño.

Con los parámetros obtenidos anteriormente se calculó la potencia de los motores de acuerdo con la ecuación de potencia (5.3).

De acuerdo con la potencia del motor se calcularon las subestaciones para el arreglo eléctrico del pozo.

Así el pozo resultó de ( Ver anexo memorias de cálculo ).

Se elaboraron planos de proyecto ejecutivo con información del arreglo, lista de materiales, y especificaciones, los planos están anexos en el apartado correspondiente.

P2-1/1 Proyecto mecánico pozo No. 2

## 5.2 LINEAS DE CONDUCCION.

Se realizó el levantamiento topográfico de las líneas de conducción de los pozos No 1 y No 2 al cárcamo de rebombeo, estas líneas son existentes y se encuentran en buen estado; sin embargo, no se cuenta con los planos de proyecto de los mismos, por lo que se decidió levantarlos.

Se realizó el levantamiento topográfico de línea de conducción existente del cárcamo de rebombeo al tanque de regularización, para realizar los análisis correspondientes a la revisión de la línea y la factibilidad de una segunda línea.

Se realizó un recorrido para plantear el trazo y una vez analizado el mismo se procedió al levantamiento de una poligonal abierta, la cual se midió angular y linealmente de vertice a vertice con teodolito y medidor de distancias electrónico, colocando señas en los cadenamientos correspondientes a cada 20 m; así mismo, se niveló la línea con nivel fijo, en las estaciones de 20 m y lugares donde cambie la morfología del terreno, colocando bancos de nivel a cada 500 m aproximadamente.

La tolerancia angular en el trazo considerada fué la siguiente:

$$T_a = 30'' \sqrt{N} \quad \text{----- (5.4)}$$

Donde:

$T_a$  Tolerancia angular, en segundos.

$N$  Número de vertices medidos.

La información se concentró en los planos denominados:

LC-1/3 Línea de conducción pozo 1 y 2 - tanque de rebombeo

LC-2/3 Línea de conducción tanque de rebombeo - tanque de almacenamiento.

LC-3/3 Línea de conducción pozo ETA - tanque de rebombeo

### 5.2.1 PROYECTO EJECUTIVO DE LA LINEA DE CONDUCCION.

Para el proyecto de la línea de conducción, se determinó el diámetro de conducto, mediante un análisis de diámetro económico, determinándose las características geométricas de la misma ( ver memoria de cálculo ).

Diámetro	0.254 m (10")
Longitud	1930 m
Gasto	65.0 m <sup>3</sup> /seg
Area	0.0507 m <sup>2</sup>

La línea propuesta es de Asbesto-cemento clase A-7, A-10 Y A-14 en 240, 740 y 950 m respectivamente, de acuerdo con los análisis de golpe de ariete y las cargas estáticas generadas en la tubería.

Se calculó la línea de conducción utilizando la ecuación de fricción de Darcy Weisbach (5.1) y continuidad (5.2).

Las pérdidas locales se consideran para determinar la elevación piezométrica inicial. Se realizó un plano de planta y perfil conteniendo datos de proyecto croquis de localización simbología y notas denominado:

LC-2/3 Línea de conducción tanque de bombeo - tanque de regularización

### 5.2.2 LINEAS DE CONDUCCION EXISTENTES.

Las tuberías para las líneas de conducción de los pozos al cárcamo de bombeo son existentes por lo que en las líneas se calcula solo la línea piezométrica determinada por las pérdidas por fricción y la carga suministrada por los equipos de bombeo, para el cálculo de las pérdidas se utiliza la ecuación empírica de pérdidas de Darcy Weisbach (5.1) y de continuidad (5.2).

La información se encuentra concentrada en los planos:

LC-1/3 Línea de conducción pozo 1 y 2 - tanque de bombeo

LC-3/3 Línea de conducción pozo ETA - tanque de bombeo

### 5.3 REGULACION.

El tanque existente en cd. Serdán es suficiente para regularizar el regimen de demandas actuales y futuras para la alternativa seleccionada. Cuenta con una capacidad nominal de 1000 m<sup>3</sup>.

La línea de alimentación a la red de distribución a la red de distribución necesita protegerse contra el fenómeno de golpe de ariete, para lo cual se propone la intalación de dos valvulas, una de admisión y expulsión de aire y una aliviadora de presión.

#### 5.3.1 REGULACION COLONIA LA GLORIA.

De acuerdo con las demandas de esta colonia y al periodo económico que maneja la CNA. de 6 años para depósitos superficiales se propuso un gasto de diseño de 11.6 lps.

La producción del pozo de la colonia la Gloria se espera al menos de 15 lps.

Para determinar el tiempo de bombeo se procede como sigue:

Volumen producido:

$$15 * 86400 / 1000 = 1296 \text{ m}^3 \text{ diarios}$$

Caso de 18 hrs de bombeo

HORAS	Q bombeo ( % )	DEMANDA ( % )	DIFERENCIAS	DIFERENCIAS ACUMULADAS
0-1		45	-45	-45
1-2		45	-45	-90
2-3		45	-45	-135
3-4		45	-45	-180
4-5		45	-45	-225
5-6	133	60	73	-152
6-7	133	90	43	-108
7-8	133	135	-2	-110
8-9	133	150	-17	-127
9-10	133	150	-17	-143
10-11	133	150	-17	-160
11-12	133	140	-7	-167
12-13	133	120	13	-153
13-14	133	140	-7	-160
14-15	133	140	-7	-167
15-16	133	130	3	-163
16-17	133	130	3	-160
17-18	133	120	13	-147
18-19	133	100	33	-113
19-20	133	100	33	-80
20-21	133	90	43	-37
21-22	133	90	43	7
22-23	133	80	53	60
23-24		60	-60	0
SUMAS	2400	2400	0	
				SUMA DE MAYORES DIFERENCIAS (*) 285
				COEFICIENTE DE REGULACION C=2.85*3.6 10.26

Caso de 19 hrs de bombeo

HORAS	Q bombeo ( % )	DEMANDA ( % )	DIFERENCIAS	DIFERENCIAS ACUMULADAS
0-1		45	-45	-45
1-2		45	-45	-90 *
2-3	126	45	81	-9
3-4	126	45	81	73
4-5	126	45	81	154
5-6	126	60	66	220
6-7	126	90	36	257 *
7-8	126	125	-9	248
8-9	126	150	-24	224
9-10	126	150	-24	201
10-11	126	150	-24	177
11-12	126	140	-14	163
12-13	126	120	6	169
13-14	126	100	-14	156
14-15	126	140	-14	142
15-16	126	130	-4	138
16-17	126	130	-4	135
17-18	126	120	6	141
18-19	126	100	26	167
19-20	126	100	26	194
20-21	126	90	36	230
21-22		90	-90	140
22-23		80	-80	60
23-24		60	-60	0
SUMAS	2400	2400	0	
SUMA DE MAYORES DIFERENCIAS (*)				347
COEFICIENTE DE REGULACION - C=3.47*3.6				12.49

Volumen requerido:

$$11.6 * 86400 / 1000 = 1002.24 \text{ m}^3 \text{ diarios}$$

finalmente las horas de bombeo serán:

$$\text{Hrs} = 1002.24 * 24 / 1296 = 18.6 \text{ hrs}$$

De la tabla de cálculo del coeficiente de regulación se obtiene para un tiempo de bombeo de 19 hrs un coeficiente de regulación de 10.26 por lo que la regulación requerida será:

$$C = 12.49 * 1.2 * 11.4 = 170.9 \text{ m}^3$$

Por lo que se aceptó por la CNA la construcción de una cisterna de 270 m<sup>3</sup> de capacidad así como la construcción de una tanque elevado de 50 m<sup>3</sup> de capacidad para dar la carga requerida a la red ( ver anexo de memorias de cálculo ).

Se realizó un levantamiento topográfico de detalle en los sitios de desplante de las estructuras, el levantamiento se vació en el plano:

LD-1/1 Levantamiento topográfico estructuras, tanque superficial, tanque elevado

De la misma forma se realizó un estudio de mecánica de suelos en el lugar elegido para el desplante de las estructuras para poder determinar las recomendaciones pertinentes para la elaboración del proyecto estructural.

#### 5.3.1.1 TANQUE SUPERFICIAL.

Se elaboró el proyecto ejecutivo de tanque superficial de acuerdo con la normas del manual de obra civil de la C.F.E, se diseñaron estructuralmente los elementos de tanque, la cimentación, muros, depósitos, losas y apoyos de las tuberías.

Funcionalmente se definieron el tipo y diámetro de las tuberías de llegada y salida, fontanería, válvulas y desagües de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Se realizó un plano con la información obtenida y se denominó.

TS-1/1 Proyecto estructural cisterna.

#### 5.3.1.2 TANQUE ELEVADO.

El tanque elevado se consideró de acuerdo con la supervisión de la CNA para 50 m<sup>3</sup> de capacidad.

Se elaboró el proyecto ejecutivo de tanque elevado de acuerdo con la normas del manual de obra civil de la C.F.E, se diseñaron estructuralmente los elementos de tanque, la

cimentación, muros, depósitos, losas y apoyos de las tuberías.

Funcionalmente se definieron el tipo y diámetro de las tuberías de llegada y salida, fontanería, válvulas y desagües de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Se realizó un plano con la información obtenida y se denominó.

TE-1/1 Proyecto estructural tanque elevado.

#### 5.4 DISTRIBUCION.

De acuerdo con los términos de referencia de la CNA se considera un periodo económico de 10 años para este tipo de estructuras.

Con base en la alternativa seleccionada en el capítulo anterior, se necesita dividir la red en dos, una para cd. Serdán sin incluir la Gloria y otra para esta última.

La población total de cd. Serdán estimada para 1990 es de 17,778 habitantes, divididos en 14,080 para cd. Serdán y 3,698 para la colonia la Gloria.

##### 5.4.1 REHABILITACION DE LA RED DE DISTRIBUCION DE CD. SERDAN

Se rehabilitó la red de distribución empezando por una revisión de la red ya separada para observar sus deficiencias.

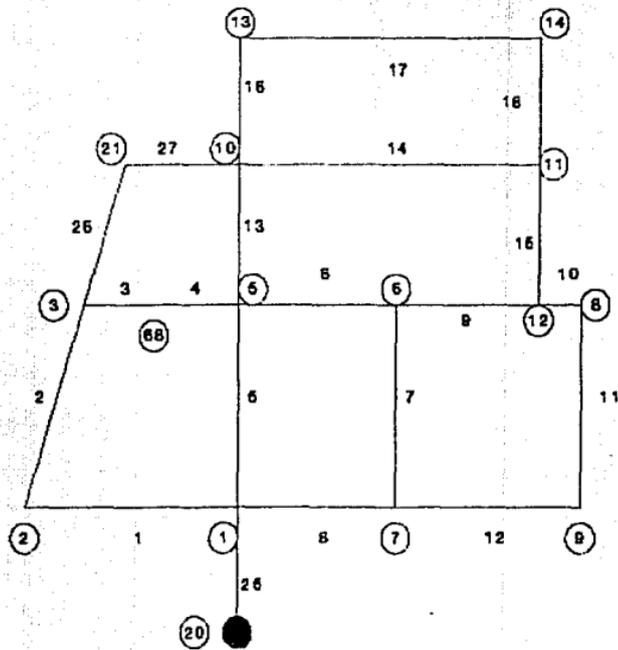


FIGURA No.8

Para el análisis de la red se dividió la red en seis circuitos principales para lograr una distribución eficiente del agua se realizó una distribución de los gastos en función del Area servida por cada circuito.

para equilibrar la red se utilizó el programa de la red estática desarrollado por el instituto de ingeniería de la U.N.A.M., (el listado se anexa es este trabajo) así como la formula de perdidas por fricción de Manning.

$$H_f = K * L * Q^2 \text{ -----(5.4)}$$

Donde:

$H_f$  Pérdidas por fricción, en m

$K$   $10.3 * n^{1.48} / D^{4.75}$  (16/3)

$Q$  Gasto, en m<sup>3</sup>/seg

$L$  Longitud de la tubería, en m

$n$  Coeficiente de rugosidad adimensional

La red primaria y la numeración de los nudos y tubos se muestra en la figura No. 8.

La solución de una red estática se basa en los principios de continuidad y conservación de la energía. Al establecer la ecuación de continuidad en las uniones de los tubos, se forma un sistema de ecuaciones lineales simultáneas en

función de los gastos que circulan en los tubos, pero al aplicar el principio de conservación de la energía a cada tubo el sistema se vuelve no lineal y queda expresado en términos de niveles piezométricos.

Debido a la dificultad que implica resolver un sistema no lineal y en virtud de que se desea disponer de un método que también resuelva eficientemente redes con más de 100 ecuaciones, se propuso un método del tipo iterativo.

Para este objetivo se desarrolló el programa que consta de cinco rutinas principales.

Programa principal.

Esta parte del programa calcula todos los tubos de la red, forma el sistema de ecuaciones lineales, calcula el gasto en los tubos y determina si ha terminado el método.

Subrutina LECTU

Este programa lee e imprime los datos de las características de la red de tubos y de especificaciones para el cálculo.

Subrutina ARMA

Lleva a cabo el armado de la red de tubos e identifica los nudos de la red al asignarles un número a cada uno de ellos.

### Subrutina IMPRE

Imprime los niveles piezométricos y cargas sobre el terreno para los nudos de la red y los gastos en cada tubo de la red, también cuando requiere escribir lo anterior para cada iteración del método.

### Subrutina SOR

Resuelve el sistema de ecuaciones lineales mediante el procedimiento iterativo de sobrerelajación ( S.O.R.) Debido a Young y Frankel ( ver anexo el programa red estática ).

De los análisis realizados en la red se determinó cambiar y anexas los tubos que se muestran a continuación.

TUBO	LONGITUD	DIAMETRO
1	648	3"
8	370	10"
27	191	3"
26	582	3"

Las modificaciones logran una mejor circulación de los gastos en la red, además de las modificaciones se incorporan valvulas suficientes para poder operar la red de manera eficiente tal como se muestra en los planos

RD-1/3 PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCION

RD-2/3 PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCION

#### 5.4.2 REHABILITACION DE LA RED DE DISTRIBUCION COLONIA LA GLORIA.

Se rehabilitó la red de distribución empezando por una revisión de la red ya separada para observar sus deficiencias.

Para el análisis de la red se dividió la red en dos circuitos principales para lograr una distribución eficiente del agua se hizo una distribución de los gastos en función del Área servida por cada circuito.

para equilibrar la red se utilizó el programa de la red estatica desarrollado por el instituto de ingeniería de la U.N.A.M., (el listado se anexa es este trabajo) así como la fórmula de pérdidas por fricción de Manning (5.4).

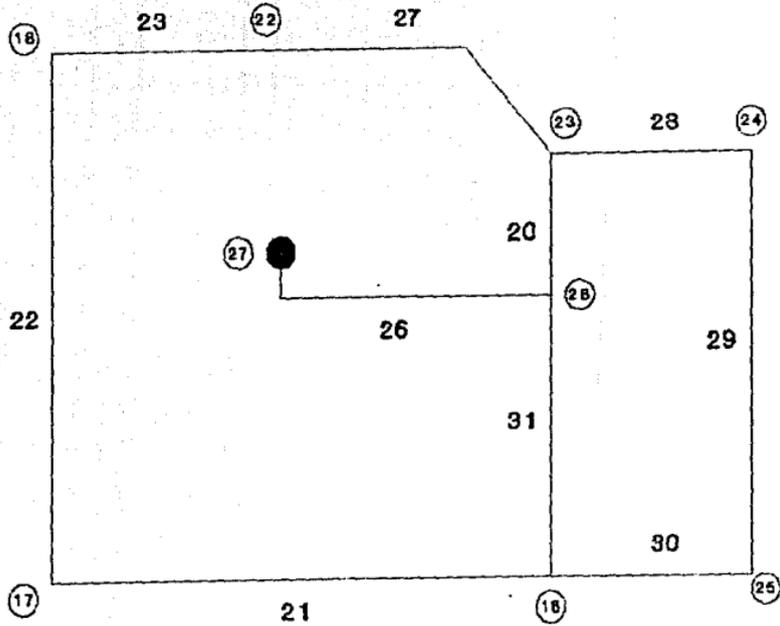


FIGURA No. 9

La red primaria y la numeración de los nudos y tubos se muestra en la figura No. 10.

De los análisis realizados en la red se determinó cambiar y anejar los tubos que se muestran a continuación.

TUBO	LONGITUD	DIAMETRO
32	372	8"
20	209	8"
23	231	6"
29	373	3"
30	333	3"

Las modificaciones logran una mejor circulación de los gastos en la red, además de las modificaciones se incorporan valvulas suficientes para poder operar la red de manera eficiente tal como se muestra en el plano denominado:

RD-3/3 PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCION

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 6.1 IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

#### AGUA POTABLE

Como se ha descrito en el trabajo la población de Ciudad Serdán tiene como fuente de abastecimiento principal las aguas subterráneas del extremo sur de la cuenca hidrográfica de Oriental, las cual presenta una forma aproximada a trianquular y tiene como vertices a la ciudad de Perote Ver. la ciudad de Huamantla Tlax. y Ciudad Serdán Pue. Esta cuenca tiene una superficie aproximada de 4900 km<sup>2</sup> con una precipitación que fluctúa de 400 a 800 mm con un coeficiente de escurrimiento que varia entre 5 y 20 %, por lo cual los escurrimientos superficiales son bajos y la recarga subterránea buena.

El acuífero en la zona sur de la cuenca correspondiente a Ciudad Serdán se encuentra en horizontes de materiales granulares del tipo de arenas, gravillas y gravas piroclásticas, cubierta por una delgada capa de suelo vegetal que permite que del 80 al 90 % del agua se infiltre.

Otra fuente importante de recarga son las aguas de deshielo del pico de Orizaba, los cuales al encontrar formaciones impermeables provocan la formación de manantiales como el de San Martín.

El volumen de recarga es de aproximadamente 1.7 millones de metros cúbicos al año en esta zona, mientras la extracción es de solo 600 mil metros cúbicos al año por lo que el acuífero no corre peligro de sobreexplotación.

Se considera conveniente no utilizar las aguas que llegan a Ciudad Serdán provenientes del manantial de San Martín debido a que estas son conducidas a la población por medio de canales que no garantizan la calidad del agua, ya que en su trayecto son utilizadas con fines diversos al del abasto de agua potable sobre todo en la parte final del mismo.

El tanque de regulación " La caja de agua " tiene un estado de conservación deficiente que provoca que el agua que se almacena no tenga una calidad aceptable ya que los equipos de cloración que tenía están fuera de uso y por lo tanto se recomienda se cierre la toma correspondiente y la utilización de la misma con fines diferentes al consumo humano.

Actualmente el agua que recibe Ciudad Serdán de los pozos es de buena calidad, sin embargo, debido a que no se cuenta con un suministro regular de ésta se tiene que almacenar en muchos casos en depósitos que no garantizan la buena conservación de la calidad del agua, la cual llega a contaminarse originando un serio peligro para la población.

Debido a la aplicación de los proyectos con las modificaciones implícitas, se mejoraría significativamente el abasto de agua potable y este problema dejaría de tener impacto significativo sobre la salud y el ambiente de la población.

Se propone como acción fundamental para garantizar la calidad de las aguas suministradas, la instalación de equipos de cloración que mejorara significativamente el control sobre la calidad antes mencionada aunado a una campaña permanente de verificación de la misma.

## 6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La cobertura de la red de agua potable es en términos generales bastante buena, sin embargo requiere de un mantenimiento constante para poder dar el servicio de manera eficiente a la ciudad con las mejoras proyectadas, ya que se generarán más fugas debido a que la red nunca ha trabajado a su capacidad total de operación.

Es necesario generar, programas de capacitación técnica en los operadores del organismo rector, para que estos puedan manejar el sistema de la mejor manera posible y en consecuencia aumentar el personal de mantenimiento con el objeto de mejorar el servicio prestado a la población.

Es necesario generar un programa de concientización entre la población, principalmente en las escuelas sobre la necesidad

de dar un mejor aprovechamiento de los recursos de agua potable, así como programas de higiene en los almacenamientos particulares destinados al agua potable; de la misma forma a nivel municipal implementar el programa generando conciencia sobre la necesidad de cubrir sus cuotas de agua potable con el objeto de no deteriorar el nivel de servicio generado.

Se requiere implementar un programa de micromedición, con el fin de mejorar y justificar la recaudación de recursos para el financiamiento del organismo operador.

Es injustificable sin embargo la decisión de perforar un pozo en la colonia La Gloria ya que las fuentes existentes en la población son suficientes para las necesidades de la misma, de igual manera es una inversión muy alta, con probabilidades de que el mismo no llegue a producir y que por lo tanto se pierda la inversión

La inversión generada para la colonia La Gloria será una carga muy alta para el organismo operador que se creará en la misma colonia.

En la colonia "La Gloria" no existe red de alcantarillado, lo que origina que esta colonia tenga un problema de salud pública muy importante, ya que la disposición de aguas residuales se realiza a cielo abierto, por lo que no justifica la alta inversión en infraestructura de agua potable.

Es necesario generar una independencia económica de los organismos operadores de agua potable para que dejen de ser una carga excesiva en los presupuestos de la administración pública que corresponda, y así mismo generar la profesionalización del servicio.

Los aspectos políticos son determinantes en la selección de la factibilidad de los proyectos, ya que son capaces de generar una presión muy alta sobre la supervisión de los proyectos y estudios.

La planeación de es una herramienta muy poderosa que permite visualizar los requerimientos de infraestructura en una población ya que considera aspectos que permiten sensibilizar al proyectista para una mejor realización de los proyectos.

## 7 ANEXOS

## 7.1 MEMORIAS DE CALCULO

## APARTADO 1

### RED DE DISTRIBUCION

#### A.1.1 REVISION HIDRAULICA DE LA RED EXISTENTE.

Considerando que cd. Serdán ocupa un área total urbanizada de 413 ha en las cuales se suministra el agua potable, por medio de 6 circuitos principales, en los cuales debido a la distribución existente en el uso del suelo se considera existe una distribución uniforme del gasto, en razón al área servida por cada circuito.

considerando que el gasto que sale de la red se concentra en los 19 nudos de la red, se hará circular los gastos obtenidos en la tabla No.6 del estudio de factibilidad multiplicados por los coeficientes de variación diaria y horaria que se consideran de 1.2 v 1.5 respectivamente.

Para este análisis se consideró que el tirante de 3 m en el tanque de regularización por lo que la elevación piezométrica en ese punto será conocida.

La distribución de los gastos en los nudos se presenta en la tabla A.1.1 de esta memoria, así mismo se presenta la representación gráfica de la red, la numeración de los tubos v la numeración de los nudos se presenta en la figura A.1.1

TABLA DE DISTRIBUCION DE AREAS Y GASTOS

CD. SERDAN RED COMPLETA

NODO	AREA CUBIERTA (ha)	% INFLUENCIA	PROYECCIONES		
			GASTO 1990	GASTO 2000	GASTO 2010
1	44.98	10.89	10.00	10.47	12.74
2	22.43	5.43	4.99	5.22	6.35
3	7.56	1.83	1.68	1.76	2.14
68	9.87	2.39	2.19	2.30	2.80
5	15.36	3.72	3.41	3.57	4.35
6	12.60	3.05	2.80	2.93	3.57
7	52.86	12.80	11.75	12.30	14.97
8	6.24	1.51	1.39	1.45	1.77
9	35.48	8.59	7.89	8.26	10.05
10	54.27	13.14	12.06	12.63	15.37
11	23.58	5.71	5.24	5.49	6.68
12	15.74	3.81	3.50	3.66	4.46
13	14.12	3.42	3.14	3.29	4.00
14	7.97	1.93	1.77	1.85	2.26
15	21.02	5.09	4.67	4.89	5.95
16	19.49	4.72	4.33	4.54	5.52
17	21.23	5.14	4.72	4.94	6.01
18	12.35	2.99	2.75	2.87	3.50
19	15.74	3.81	3.50	3.66	4.46
TOTAL=	413				

TABLA A.1.1

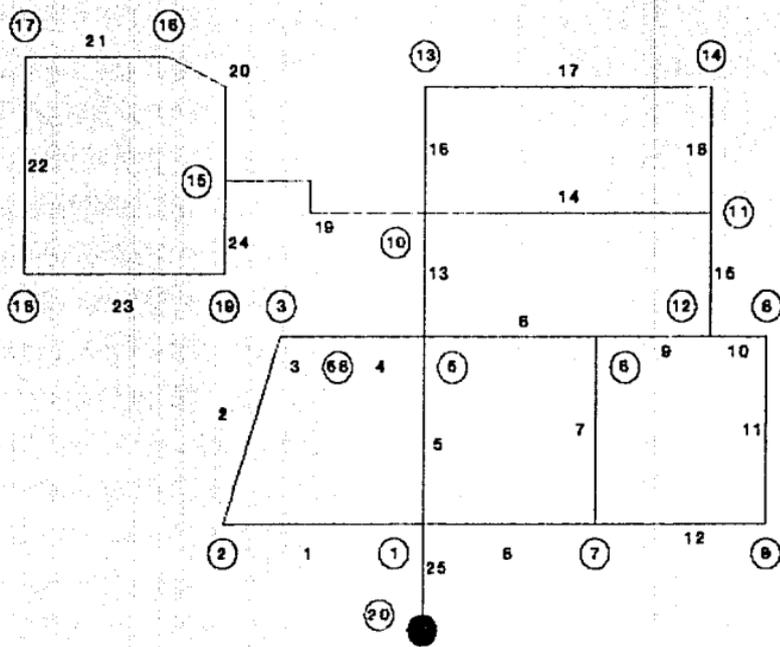


FIGURA A.1.1

Las tuberías existentes son de PVC clase RD-41 para diámetros de hasta 4" de diámetro y de AC clase A-5 para tuberías de 6" en adelante.

Para el análisis se utilizó el programa de red estática desarrollado por el instituto de ingeniería de la U.N.A.M. con la fórmula de pérdidas por fricción de Manning.

$$H_f = K \cdot L \cdot Q^2$$

Donde :

Hf. Pérdidas por fricción en m

$$K = \frac{10.3 \cdot n^2}{D^{16/3}}$$

L. Longitud en m

Q. Gasto en m<sup>3</sup>/seg

n. Coeficiente de fricción de Manning

De la revisión se determina que es necesario modificar los tramos asociados con los nudos Nos. 2, 3 para el gasto de 1990 por presentar presiones excesivas para las tuberías (ver páginas 6-7).

De la revisión del gasto del año 2000 se determina que hay que cambiar los tramos asociados con los nudos Nos. 2 y 3 (ver página 8, se presentan solo los resultados).

De la revisión con un gasto para el año 2010 se determina que deberán modificarse los tramos asociados a los nudos Nos. 2, 3, 8 y 9 (ver página 9).

Por lo que para un primer periodo económico se modificarán los tubos Nos. 1, 2, 3 (ver páginas 10-12).

Para un segundo periodo económico se modificarían los tubos Nos. 8, 11, 12 de 8" .6" y 8" respectivamente por tubos de 10" (ver páginas 13-15).

FEELACION: CO. BERNAL

ALTERNATIVA: CON LA GLORIA BASTO 1990

### DATOS DE ENTRADA

TUBOS DE CARGA CONSTANTE (TANQUES)

TUBO CARGA (m)

20 205.12

### CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA RED

#### TUBOS ASOCIADOS A TUBOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	TUBOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
25	20 1	780.00	0.20	0.0100

#### TUBOS NO ASOCIADOS A TUBOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	TUBOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
1	1 2	648.00	0.15	0.0100
2	2 3	556.00	0.10	0.0100
3	3 65	287.00	0.10	0.0100
4	68 5	194.00	0.08	0.0090
5	5 1	557.00	0.20	0.0100
6	5 6	285.00	0.15	0.0100
7	6 7	599.00	0.15	0.0100
8	7 1	576.00	0.20	0.0100
9	8 12	195.00	0.15	0.0100
10	12 8	591.00	0.20	0.0100
11	8 9	598.00	0.15	0.0100
12	9 7	591.00	0.20	0.0100
13	5 10	557.00	0.15	0.0100
14	10 11	586.00	0.20	0.0100
15	11 12	552.00	0.15	0.0100
16	10 13	544.00	0.10	0.0090
17	13 14	590.00	0.10	0.0090
18	14 11	342.00	0.10	0.0090
19	10 15	815.00	0.20	0.0100
20	15 16	213.00	0.15	0.0100
21	16 17	443.00	0.10	0.0090
22	17 16	617.00	0.10	0.0090
23	18 19	364.00	0.10	0.0090
24	19 15	472.00	0.15	0.0100

# M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

## GASTO EN LOS TUBOS

## CARGA EN LOS MUJOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SALE DEL MUJO
1	9.1	0.510	1
2	4.1	0.519	2
3	2.4	0.206	3
4	0.2	0.029	68
5	34.1	1.084	1
6	6.1	0.459	5
7	9.5	0.540	7
8	38.7	1.221	1
9	14.8	0.840	6
10	8.1	0.258	8
11	9.5	0.527	9
12	17.4	0.552	7
13	22.7	1.286	5
14	11.3	0.358	11
15	19.5	1.101	12
16	1.9	0.246	10
17	1.2	0.155	14
18	5.0	0.378	11
19	20.0	0.626	13
20	5.2	0.462	15
21	1.8	0.130	16
22	0.7	0.110	15
23	5.6	0.461	17
24	7.1	0.462	15
25	91.8	1.299	20

MUJO	NIVEL FIEZ (m)	CARGA (m)
2	199.60	55.62
1	200.76	42.69
3	197.55	54.15
68	197.18	48.54
5	197.18	44.59
6	196.53	34.76
7	197.92	29.42
12	195.42	28.73
8	195.57	19.93
9	196.74	17.64
10	188.69	24.10
11	190.29	20.71
13	189.70	25.59
14	189.79	23.42
15	188.10	26.94
16	187.74	38.44
17	186.57	37.04
18	186.04	35.56
19	187.49	37.58
20	205.12	3.00

ALTERNATIVA CON LA CUBIERTA GASTO 2000

## M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

### GASTO EN LOS TUBOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SECCION DEL TUBO
1	9.1	0.517	1
2	4.1	0.523	2
3	2.4	0.306	3
4	0.2	0.041	68
5	34.3	1.093	1
6	8.2	0.465	5
7	9.6	0.544	7
8	23.0	1.241	1
9	15.0	0.847	5
10	8.1	0.260	8
11	9.6	0.542	9
12	17.5	0.533	7
13	22.9	1.237	5
14	11.7	0.751	11
15	19.6	1.119	12
16	1.9	0.248	10
17	1.2	0.154	14
18	5.0	0.382	11
19	20.2	0.641	10
20	8.1	0.466	15
21	2.8	0.474	16
22	0.9	0.111	18
23	2.6	0.465	19
24	7.3	0.406	15
25	92.5	1.209	20

### CARGA EN LOS NUDOS

NUDO	NIVEL FIEZ. (m)	CARGA (m)
2	199.51	55.53
1	200.69	42.62
3	197.43	54.03
68	197.06	48.42
5	197.95	44.86
6	196.39	34.62
7	197.60	29.30
12	195.27	28.57
8	195.42	10.78
9	196.81	13.51
10	189.64	38.68
11	190.05	30.47
13	189.45	35.74
14	189.54	29.17
15	187.62	36.66
16	187.45	35.15
17	186.27	36.74
18	186.34	32.26
19	187.20	33.29
20	205.12	3.00

ALTERNATIVA: CON LA GLORIA GASTO 2010

METODO DE LA RED ESTATICA

GASTO EN LOS TUBOS

CARGA EN LOS NUDOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SALE DEL NUDO	NUDO	NIVEL FIEI. (m)	CARGA (m)
1	11.0	0.621	1	2	196.59	52.71
2	4.5	0.598	2	1	195.69	40.42
3	2.5	0.716	3	3	194.06	50.66
4	2.5	0.492	68	68	193.67	45.05
5	41.9	1.222	1	5	192.97	40.79
6	10.9	0.618	5	6	191.78	36.01
7	11.7	0.662	7	7	192.65	35.28
8	48.6	1.546	1	12	189.97	23.27
9	19.1	1.079	6	8	190.19	5.55
10	10.1	0.721	8	9	192.22	9.02
11	11.5	0.579	9	10	181.04	30.28
12	21.9	0.597	7	11	181.70	22.12
13	29.1	1.545	5	13	189.64	28.62
14	14.7	0.456	11	14	189.85	20.48
15	24.7	1.257	12	15	176.17	25.97
16	2.6	0.726	10	16	177.51	28.24
17	1.4	0.454	14	17	175.62	26.09
18	2.7	0.471	11	18	175.75	21.67
19	25.5	0.511	10	19	177.14	22.23
20	19.4	0.596	15	20	205.12	3.00
21	4.5	0.625	16			
22	1.1	0.145	18			
23	4.6	0.586	19			
24	9.1	0.513	15			
25	114.2	1.615	20			

OPERACION DE SERVICIO

ALTERNATIVA: CON LA SUMA INDICADO EN EL DISEÑO

## M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

CARACTERÍSTICAS GENERALES EN LA RED

TIPOS DE CARGA CONSTANTE (TRÁFICO)

TIPO CARGA (A)

10 100.00

TIPOS ASOCIADOS A TIPOS DE CARGA CONSTANTE

TIPO	TIPO DE CARGA	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (m)	COEF. DE MANNING	
25	10	1	750.00	0.00	0.0100

# M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

TIPO DE ACCIONES A SALIDA DE OBRAS EDIFICANTES

TIPO	MODO DE OBRAS		CAPACIDAD (M <sup>3</sup> )	DIAMETRO (M)	COEF. DE MANNING
1	1	1	802.00	0.05	0.0090
2	1	2	358.00	0.05	0.0090
3	1	3	267.00	0.05	0.0090
4	2	1	194.00	0.15	0.0090
5	2	2	150.00	0.15	0.0090
6	2	3	105.00	0.15	0.0090
7	3	1	495.00	0.15	0.0090
8	3	2	330.00	0.20	0.0090
9	3	3	165.00	0.15	0.0090
10	4	1	391.00	0.20	0.0090
11	4	2	260.00	0.15	0.0090
12	4	3	195.00	0.20	0.0090
13	5	1	557.00	0.15	0.0100
14	5	2	371.00	0.20	0.0100
15	5	3	222.00	0.15	0.0100
16	6	1	344.00	0.10	0.0090
17	6	2	229.00	0.10	0.0090
18	6	3	142.00	0.10	0.0090
19	7	1	515.00	0.20	0.0100
20	7	2	343.00	0.15	0.0100
21	7	3	171.00	0.10	0.0090
22	8	1	617.00	0.10	0.0090
23	8	2	404.00	0.10	0.0090
24	8	3	202.00	0.15	0.0100

# M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

## GASTO EN LOS TURBOS

## CARGA EN LOS NUDO

NUDO	GASTO (kg)	REDUCCION (kg)	SALE DEL NUDO	NUDO	NIVEL FICZ. (m)	CARGA (m)
1	4.5	0.995	1	0	197.15	49.17
2	6.5	0.996	2	1	207.90	45.61
3	3.0	0.442	58	2	197.20	49.80
4	4.4	0.882	5	3	197.60	45.40
5	7.5	1.150	1	5	176.71	44.10
6	6.9	0.788	5	6	190.64	31.07
7	10.0	1.591	7	7	197.55	29.55
8	9.0	1.259	1	10	194.77	29.17
9	14.5	0.803	6	9	194.94	10.70
10	6.7	0.719	1	10	197.40	11.00
11	10.1	0.570	7	11	197.1	29.21
12	10.1	0.575	7	11	197.45	29.37
13	22.7	1.265	5	12	195.84	25.10
14	11.5	0.707	11	14	195.70	28.05
15	19.9	1.121	10	15	197.20	26.74
16	1.0	0.246	10	16	184.84	27.54
17	1.0	0.153	14	17	195.65	26.10
18	3.0	0.784	11	18	195.70	21.66
19	3.1	0.641	10	19	186.58	22.67
20	2.0	0.466	15	20	205.10	7.00
21	1.0	0.154	16			
22	1.0	0.111	18			
23	1.6	0.465	19			
24	1.0	0.414	15			
25	32.6	1.201	20			

FORJACION: EE. SERPANI

ALTERNATIVA: CON LA GLORIA MODIFICADA GASTO 2010

## M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

CARACTERISTICAS GENERALES EN LA RED

NUDOS DE CARGA CONSTANTE (TONAJES)

NUDO	CARGA (t)
20	205,10

TUBOS ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDO DE ORIGEN	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
25	20	1	760,00	0,30

# M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

TIPO NO ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TIPO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE PUNING
1	1	2	518,00	0,08
2	2	3	526,00	0,08
3	3	56	527,00	0,08
4	03	5	511,00	0,08
5	1	1	527,00	0,20
6	2	1	520,00	0,15
7	3	7	525,00	0,15
8	4	1	570,00	0,25
9	5	10	525,00	0,15
10	12	6	591,00	0,20
11	3	9	526,00	0,25
12	9	7	521,00	0,25
13	5	10	525,00	0,15
14	10	11	525,00	0,20
15	11	12	520,00	0,15
16	10	17	542,00	0,10
17	13	14	520,00	0,10
18	14	11	544,00	0,10
19	10	15	515,00	0,20
20	15	16	515,00	0,15
21	16	17	447,00	0,10
22	17	18	517,00	0,17
23	18	19	524,00	0,10
24	19	15	472,00	0,15

# M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

## GASTO EN LOS TUBOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SALE DEL NUDO
1	4.8	0.962	1
2	1.5	0.304	2
3	3.7	0.737	68
4	3.7	0.739	5
5	26.6	1.065	1
6	1.1	0.027	5
7	11.9	0.671	7
8	60.0	1.022	1
9	9.4	0.274	6
10	21.3	0.679	8
11	22.1	0.470	7
12	22.1	0.675	7
13	27.8	1.555	5
14	15.8	0.591	11
15	26.3	1.488	12
16	2.4	0.210	10
17	1.6	0.200	14
18	3.8	0.458	11
19	25.5	0.810	10
20	10.4	0.590	15
21	4.9	0.626	16
22	1.1	0.141	18
23	4.5	0.587	19
24	9.1	0.512	15
25	114.2	1.615	20

## CARGA EN LOS NUDOS

NUDO	NIVEL PRES. (kg)	CARGA (kg)
2	189.74	45.76
1	150.67	40.42
7	179.50	42.08
68	150.78	44.14
5	159.21	42.12
6	174.20	42.62
7	191.46	47.86
12	157.84	37.18
8	174.84	40.20
9	159.27	42.07
10	155.67	38.74
11	154.47	38.89
12	162.20	39.89
14	182.56	45.19
15	180.76	45.62
14	180.17	45.87
17	173.26	42.72
18	176.28	44.20
19	177.77	45.86
20	205.12	50.00

A.1.2 REVISION HIDRAULICA DE LA RED EXISTENTE DE CIUDAD  
SERDAN SIN LA COLONIA LA GLORIA.

Considerando que cd. Serdán ocupa un área total urbanizada de 413 ha en las cuales se suministra el agua potable, por medio de 6 circuitos principales, pero debido a que la colonia La Gloria se separa del sistema solo se circula el gasto correspondiente a la zona urbana de la ciudad, quedando solo 5 circuitos.

considerando que el gasto que sale de la red se concentra en los 14 nudos de la red, se hará circular los gastos obtenidos en la tabla No.7 del estudio de factibilidad.

En forma similar al inciso A.1.1, se presentan la tabla A.1.2 y figura A.1.2 para visualizar las condiciones de la red.

TABLA DE DISTRIBUCION DE AREAS Y GASTOS

CD. SERDAN SIN LA COLONIA LA GLORIA

NODO	AREA CUBIERTA (ha)	%	PROYECCIONES		
			GASTO 1990	GASTO 2000	GASTO 2010
		INFLUENCIA	(gastos en lps)		
1	44.98	10.89	10.00	10.47	12.74
2	22.43	5.43	4.99	5.22	6.35
3	7.56	1.83	1.68	1.76	2.14
68	9.87	2.39	2.19	2.30	2.80
5	15.36	3.72	3.41	3.57	4.35
6	12.6	3.05	2.80	2.93	3.57
7	52.86	12.80	11.75	12.30	14.97
8	6.24	1.51	1.39	1.45	1.77
9	35.48	8.59	7.89	8.26	10.05
10	54.27	13.14	12.06	12.63	15.37
11	23.58	5.71	5.24	5.49	6.68
12	15.74	3.81	3.50	3.66	4.46
13	14.12	3.42	3.14	3.29	4.00
14	7.97	1.93	1.77	1.85	2.26

TOTAL= 413 AREA TOTAL DE SERDAN

TABLA A.1.2

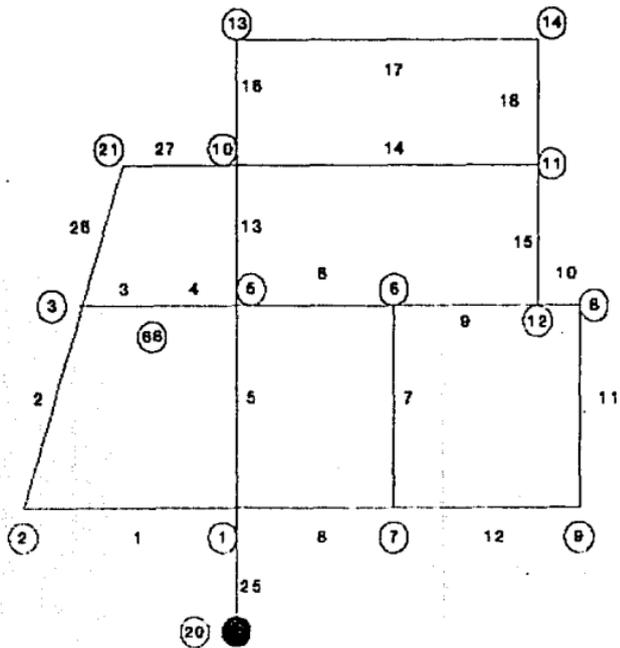


FIGURA A.1.2

De la revisión se determinó que es necesario modificar los tramos asociados con los nudos Nos. 2 y 3, para el gasto de 1990, por presentar presiones excesivas para las tuberías (ver páginas 20-21).

De la revisión del gasto del año 2000 se determina que hay que cambiar los tramos asociados con los nudos Nos. 2, 3 y 68 (ver página 22).

De la revisión con un gasto para el año 2010 se determina que deberán modificarse los tramos asociados a los nudos Nos. 2 y 3 (ver página 23).

Por lo que para un primer periodo económico se modificarán los tubos Nos. 1 y 5 (ver páginas 24-26).

Para un segundo periodo económico no sería necesario modificar los tubos Nos. 8 y 11 (ver páginas 27-29).

POBLACION: CD. SERDAN

ALTERNATIVA: SIN LA GLORIA GASTO 1990

#### DATOS DE ENTRADA

NUDOS DE CARGA CONSTANTE (TANQUES)  
NUDO CARGA (m)

20 205.12

#### CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA RED

##### TUBOS ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
25	20 1	780.00	0.20	0.0100

##### TUBOS NO ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
1	1 2	648.00	0.15	0.0100
2	2 3	556.00	0.10	0.0090
3	3 68	287.00	0.10	0.0100
4	68 5	194.00	0.08	0.0090
5	5 1	592.00	0.20	0.0100
6	5 6	368.00	0.15	0.0100
7	6 7	579.00	0.15	0.0100
8	7 1	370.00	0.20	0.0100
9	6 12	195.00	0.15	0.0100
10	12 8	391.00	0.20	0.0100
11	8 9	596.00	0.15	0.0100
12	9 7	591.00	0.20	0.0100
13	5 10	553.00	0.15	0.0100
14	10 11	586.00	0.20	0.0100
15	11 12	532.00	0.15	0.0100
16	10 13	342.00	0.10	0.0090
17	13 14	590.00	0.10	0.0090
18	14 11	344.00	0.10	0.0090

## M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

### GASTO EN LOS TUBOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (A/s)	SALE DEL NUDO
1	7.5	0.455	1
2	2.9	0.352	2
3	1.1	0.138	3
4	1.1	0.223	5
5	22.9	0.750	1
6	6.8	0.387	5
7	5.6	0.315	7
8	20.2	0.960	1
9	9.5	0.544	6
10	3.8	0.115	2
11	5.0	0.261	9
12	12.6	0.409	7
13	12.5	0.709	5
14	2.1	0.068	11
15	9.7	0.549	12
16	2.5	0.320	10
17	0.5	0.077	14
18	2.4	0.305	11
25	71.8	1.016	20

### CARGA EN LOS NUDOS

NUDO	NIVEL FIEZ. (a)	CARGA (b)
2	201.56	57.60
1	202.57	44.00
3	200.64	57.24
5	200.58	51.94
5	200.71	48.52
6	200.25	38.48
7	200.72	25.22
12	199.77	23.07
6	199.82	15.18
9	200.19	16.89
10	198.50	47.74
11	198.51	28.93
13	198.16	44.45
14	198.20	27.65
20	205.12	3.00

FEELACION: 20. SERONA

ALTERNATIVA SIN LA GLORIA GASTO 2000

### DATOS DE ENTRADA

MUDOS DE CARGA CONSTANTE (TANQUES)

MUDO CARGA (m)

20 205.12

### CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA RED

TUBOS ASOCIADOS A MUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	MUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
25	20 1	750.00	0.30	0.0100

TUBOS NO ASOCIADOS A MUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	MUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
1	1 2	643.00	0.15	0.0100
2	2 3	556.00	0.10	0.0100
3	3 5B	257.00	0.10	0.0100
4	5B 5	174.00	0.08	0.0090
5	5 1	573.00	0.20	0.0100
6	5 6	288.00	0.15	0.0100
7	6 7	557.00	0.15	0.0100
8	7 1	276.00	0.20	0.0100
9	6 12	155.00	0.15	0.0100
10	12 8	371.00	0.20	0.0100
11	8 9	576.00	0.15	0.0100
12	9 7	591.00	0.20	0.0100
13	5 10	552.00	0.15	0.0100
14	10 11	526.00	0.20	0.0100
15	11 12	512.00	0.15	0.0100
16	10 13	342.00	0.10	0.0090
17	13 14	570.00	0.10	0.0090
18	14 11	344.00	0.10	0.0090

# M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

## GASTO EN LOS TUBOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SALE DEL PUJO
1	7.8	0.442	1
2	2.8	0.355	2
3	1.1	0.139	3
4	1.1	0.222	5
5	24.1	0.766	1
6	6.9	0.390	5
7	5.6	0.318	7
8	30.4	0.968	1
9	9.7	0.549	6
10	3.6	0.115	8
11	5.0	0.283	9
12	13.0	0.412	7
13	12.6	0.714	5
14	2.1	0.068	11
15	9.8	0.553	12
16	2.5	0.323	10
17	0.6	0.079	14
18	2.4	0.307	11
25	72.4	1.024	20

## CARGA EN LOS PUJOS

PUJO	NIVEL FIEZ. (m)	CARGA (t)
2	201.53	57.55
1	202.52	44.26
3	206.53	57.18
68	200.51	51.67
5	200.64	48.45
6	200.17	38.40
7	200.65	72.15
12	197.79	23.00
8	199.72	15.09
9	200.11	15.51
10	198.79	47.63
11	198.41	38.85
13	198.93	44.24
14	198.09	37.72
20	205.12	5.00

FOCALIZACION: CD. SEFDAN

ALTERNATIVA: SIN LA GLORIA GASTO 2010

#### DATOS DE ENTRADA

NUDOS DE CARGA CONSTANTE (TANQUES)

NUDO CARGA (m)

20 205.12

#### CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA RED

#### TUBOS ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
25	20 1	780.00	0.30	0.0100

#### TUBOS NO ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
1	1 2	648.00	0.15	0.0100
2	2 3	526.00	0.10	0.0100
3	3 68	267.00	0.10	0.0100
4	68 5	194.00	0.08	0.0090
5	5 1	571.00	0.20	0.0100
6	5 6	728.00	0.15	0.0100
7	6 7	559.00	0.15	0.0100
8	7 1	770.00	0.20	0.0100
9	6 12	195.00	0.15	0.0100
10	12 8	391.00	0.20	0.0100
11	8 9	556.00	0.15	0.0100
12	9 7	591.00	0.20	0.0100
13	5 10	552.00	0.15	0.0100
14	10 11	586.00	0.20	0.0100
15	11 12	522.00	0.15	0.0100
16	10 13	342.00	0.10	0.0090
17	13 14	590.00	0.10	0.0090
18	14 11	344.00	0.10	0.0090

## M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

### GASTO EN LOS TUBOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SALE DEL NUDO
1	8.9	0.559	1
2	3.5	0.448	2
3	1.4	0.175	3
4	1.4	0.282	5
5	20.5	0.970	1
6	8.7	0.494	5
7	7.1	0.402	7
8	26.4	1.222	1
9	12.3	0.634	6
10	4.6	0.145	8
11	6.3	0.357	9
12	16.4	0.821	7
13	16.0	0.903	5
14	2.6	0.082	11
15	12.4	0.699	12
16	3.2	0.408	10
17	0.8	0.104	14
18	3.1	0.391	11
25	91.5	1.295	20

### CARGA EN LOS NUDOS

NUDO	NIVEL FIEZ. (m)	CARGA (m)
2	199.37	55.39
1	200.99	42.72
3	197.65	24.45
68	197.72	49.09
5	197.96	45.77
6	197.21	25.44
7	197.98	29.48
12	196.46	29.76
8	196.50	11.86
9	197.11	13.81
10	194.37	43.61
11	194.39	24.81
13	193.74	40.03
14	193.81	33.44
20	205.12	3.00

POBLACION: CD. SERDAN

ALTERNATIVA: SIN LA GLORIA MODIFICADO GASTO 2000

## M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

### CARACTERISTICAS GENERALES EN LA RED

#### NUDOS DE CARGA CONSTANTE (TANQUES)

NUDO	CARGA (m)
20	205.12

#### TUBOS ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
25	20 1	780.60	0.20	0.0120

# M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

## GASTO EN LOS NUDOS

NUDO	GASTO (1959)	VELOCIDAD (1958)	SALE DEL NUDO
1	4.5	0.391	1
2	6.5	0.765	3
3	2.2	0.297	49
4	4.4	0.382	5
5	19.7	1.076	1
6	1.1	0.041	4
7	11.1	0.628	7
8	29.5	1.257	1
9	7.2	0.414	4
10	7.2	0.279	8
11	3.5	0.468	9
12	16.6	0.528	7
13	11.5	0.652	5
14	2.1	0.097	11
15	10.9	0.615	12
16	2.5	0.318	10
17	9.7	0.086	14
18	2.5	0.314	11
25	72.4	1.024	30

## CARGA EN LOS NUDOS

NUDO	NIVEL PIED. (m)	CARGA (t)
2	194.87	50.89
1	202.54	44.27
3	194.91	51.59
68	195.22	41.59
5	197.47	45.28
4	197.48	35.71
7	199.76	30.85
12	197.22	30.52
8	197.74	12.70
9	198.47	15.17
10	195.59	44.85
11	195.62	36.94
13	195.25	41.54
14	195.28	34.91
20	205.12	3.00

POBLACION: CD. SEPON

ALTERNATIVA: SIN LA GLORIA MODIFICADA SASTS 2010

## M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

### CAACTERISTICAS GENERALES EN LA RED

#### NUDOS DE CARGA CONSTANTE (TANQUES)

NUDO	CARGA (m)
20	205.12

#### TUBOS ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE PAVINGS
25	20     1	780.00	0.30	0.0100

# METODO DE LA RED ESTATICA

## GASTO EN LOS TUBOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SALE DEL MUDO
1	5.2	1.028	1
2	1.1	0.146	3
3	3.3	0.419	68
4	6.1	1.211	5
5	16.9	1.661	1
6	5.6	0.715	6
7	14.4	0.212	7
8	54.8	1.117	1
9	5.2	0.236	6
10	17.7	0.635	8
11	15.4	0.471	9
12	25.5	0.811	7
13	17.9	0.766	5
14	4.6	0.147	11
15	14.4	1.314	12
16	7.2	0.402	13
17	9.7	0.112	14
18	3.1	0.267	11
25	91.5	1.285	20

## CARGA EN LOS MUDOS

MUDO	NIVEL FIEC. (ft)	CARGA (lb)
1	179.37	46.59
1	205.95	42.72
3	190.74	47.74
68	191.42	42.78
5	195.67	47.48
6	187.57	24.20
7	189.67	26.63
12	185.84	29.14
8	196.24	11.60
9	187.62	15.72
10	192.95	32.19
11	182.91	27.43
12	182.72	26.42
14	182.41	22.54
20	205.12	7.00

T A B L A C O M P A R A T I V A .

RED CON LA COLONIA LA GLORIA

DIAMETRO	LONGITUD	MATERIAL
(pulq.)	(m)	
3	1.491	P.V.C
10	1.557	A.C.

RED SIN LA COLONIA LA GLORIA

DIAMETRO	LONGITUD	MATERIAL
(pulq.)	(m)	
3	648	P.V.C
6	593	A.C.
10	648	A.C.

### A.1.3 PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCION

El proyecto se realizó considerando que Cd. Serdán existen 2 sistemas de distribución de agua de acuerdo con la alternativa seleccionada, uno abastece solo a la colonia La Gloria y el resto de la localidad será abastecido por otra red.

La zona abastecida sin considerar la colonia la Gloria se denominará como zona urbana, con un área de 343 Ha repartidas en 6 circuitos. En cada nodo de esta red se le considera una área de influencia de acuerdo con los datos de la tabla A.1.3 Gloria.

Así mismo, se presentan las figuras A.1.3 y A.1.4 para representar las redes ya separadas.

La red se analiza para dos periodos económicos obteniéndose los gastos medios para estos de las tablas de proyección de demandas No. 7 y 8 del estudio de factibilidad, el cual resulta de 45.1 lps para el año 2,000 y de 53.2 para el año 2,010, en Cd Serdán; concentrando este en los 15 nudos de la red.

De manera similar al procedimiento seguido en el inciso A.1.1 y con el programa de la red estática, tenemos los siguientes resultados:

TABLA DE DISTRIBUCION DE AREAS Y GASTOS

CD. SERDAN DE PROYECTO

NODO	AREA CUBIERTA (ha)	% INFLUENCIA	PROYECCIONES		
			GASTO 1990	GASTO 2000	GASTO 2010
1	54.13	15.78	14.49	15.17	18.46
2	20.61	6.01	5.52	5.78	7.03
3	24.7	7.20	6.61	6.92	8.43
6B	8.47	2.47	2.27	2.37	2.89
5	29.43	8.58	7.80	8.25	10.04
6	19.96	5.82	5.34	5.59	6.81
7	27.06	7.89	7.24	7.58	9.23
8	16.91	4.93	4.53	4.74	5.77
9	20.31	5.92	5.44	5.69	6.93
10	30.42	8.87	8.14	8.52	10.38
11	25.04	7.30	6.70	7.02	8.54
12	19.62	5.72	5.25	5.50	6.69
13	15.23	4.44	4.00	4.27	5.20
14	16.57	4.83	4.43	4.64	5.65
21	14.54	4.24	3.89	4.07	4.96
TOTAL=	343	AREA TOTAL DE SERDAN			

NODO	AREA CUBIERTA (ha)	% INFLUENCIA	PROYECCIONES		
			GASTO 1990	GASTO 2000	GASTO 2010
22	12.28	17.54	3.25	3.73	4.14
23	6.59	9.41	1.74	2.00	2.22
16	7.59	10.84	2.01	2.31	2.56
17	16.58	23.69	4.39	5.04	5.59
18	9.64	13.77	2.55	2.93	3.25
24	9.77	13.96	2.59	2.97	3.29
25	7.55	10.79	2.00	2.29	2.55
TOTAL=	70				

TABLA A.1.3

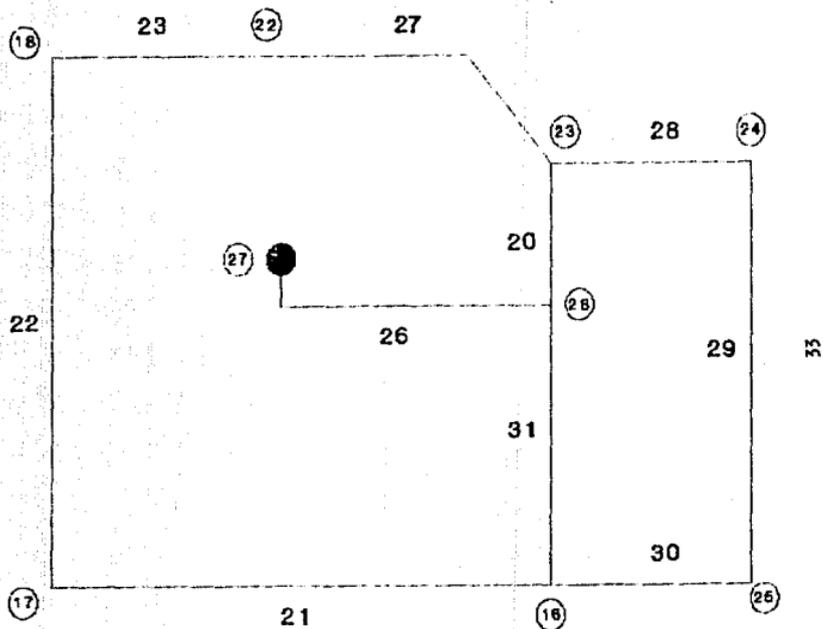


FIGURA A.1.3

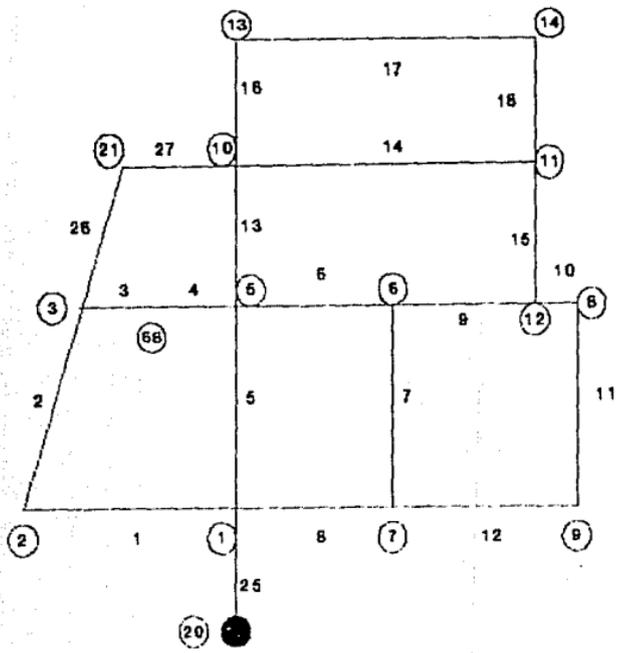


FIGURA A.1.4

POBLACION: CD. SERDAN

ALTERNATIVA: PROYECTO EJECUTIVO GASTO 2000

## M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

### CARACTERISTICAS GENERALES EN LA RED

#### NUDOS DE CARGA CONSTANTE (TANQUES)

NUDO CARGA (m)

20 205.12

#### TUBOS ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MARRING
25	20 1	789.00	6.30	0.0100

# M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

LISTA DE ACCIONES Y PESOS DE CADA CONSTANTE

TUBO	NÚMERO DE LINEAS	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (m)	COEF. DE PUNING
1	1	2	238,00	0,099
2	1	2	256,00	0,10
3	1	63	287,00	0,10
4	68	8	184,00	0,099
5	8	1	257,00	0,1000
6	8	6	168,00	0,15
7	6	7	279,00	0,15
8	7	1	279,00	0,25
9	6	12	192,00	0,15
10	12	8	271,00	0,20
11	8	8	286,00	0,15
12	8	1	281,00	0,20
13	1	17	257,00	0,15
14	10	11	216,00	0,20
15	11	12	232,00	0,15
16	8	17	242,00	0,19
17	17	14	280,00	0,17
18	14	11	144,00	0,20
26	7	21	287,00	0,09
27	21	10	287,00	0,18

# METODO DE LA RED ESTATICA

## GASTO EN LOS TUBOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SALE DEL MUDO
1	4.7	0.970	1
2	0.1	0.002	2
3	4.4	0.560	68
4	6.2	1.254	5
5	27.9	0.888	1
6	2.4	0.137	5
7	11.3	0.640	7
8	32.2	0.655	1
9	9.7	0.524	6
10	6.4	0.295	8
11	10.2	0.579	7
12	14.8	0.470	7
13	12.6	0.711	5
14	2.7	0.069	11
15	11.3	0.641	12
16	3.6	0.455	10
17	0.2	0.022	13
18	3.5	0.451	11
26	1.1	0.215	21
27	4.3	0.863	19
25	76.9	1.088	20

## SAIDA EN LOS MUDOS

MUDO	NIVEL PICO (m)	CAUSA (m)
1	177.28	47.50
1	200.21	47.87
2	192.89	50.49
68	155.17	46.48
5	195.66	47.47
6	192.61	37.84
7	201.26	33.06
12	197.18	32.46
3	199.27	16.67
4	200.05	17.55
10	197.44	46.68
11	197.45	37.87
13	176.66	42.95
14	196.68	26.31
21	194.29	44.79
20	205.12	3.06

POBLACION: CO. BRADY

ALTERNATIVA: PROYECTO DIESELING / OTRA DMS

## M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

CARACTERÍSTICAS GENERALES EN LA RED

TIPO DE CARGA CONSTANTE (TRANSUR)

ALC: CARGA

DA: CARGA

TIPO DE CARGA Y TIPO DE CARGA CONSTANTE

LINEA	NÚMERO DE LINEA	LONGITUD (M)	DIÁMETRO (CM)	COEF. DE PEARSON
01	01	1	78.00	0.30

# M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

## TUBOS NO ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
1	1 2	648.00	0.08	0.0090
2	2 3	556.00	0.10	0.0100
3	3 68	287.00	0.10	0.0100
4	68 5	194.00	0.08	0.0090
5	5 1	592.00	0.20	0.0100
6	5 6	388.00	0.15	0.0100
7	6 7	599.00	0.15	0.0100
8	7 1	370.00	0.25	0.0100
9	6 12	195.00	0.15	0.0100
10	12 8	391.00	0.20	0.0100
11	8 9	596.00	0.15	0.0100
12	9 7	591.00	0.20	0.0100
13	5 10	553.00	0.15	0.0100
14	10 11	586.00	0.20	0.0100
15	11 12	532.00	0.15	0.0100
16	10 13	342.00	0.10	0.0090
17	13 14	590.00	0.10	0.0090
18	14 11	344.00	0.10	0.0090
26	3 21	582.00	0.08	0.0090
27	21 10	282.00	0.08	0.0090

# MÉTODO DE LA RED ESTÁTICA

## CARGA EN LOS NUDOS

NÚM. NUDO    CARGA (kg)

NÚM. NUDO	CARGA (kg)
1	8.7
2	8.7
3	8.7
4	8.7
5	8.7
6	8.7
7	8.7
8	8.7
9	8.7
10	8.7
11	8.7
12	8.7
13	8.7
14	8.7
15	8.7
16	8.7
17	8.7
18	8.7
19	8.7
20	8.7
21	8.7
22	8.7
23	8.7
24	8.7
25	8.7
26	8.7
27	8.7
28	8.7
29	8.7
30	8.7

## CARGA EN LOS NUDOS

NÚM. NUDO    NIVEL PIED. (m)    CARGA (kg)

NÚM. NUDO	NIVEL PIED. (m)	CARGA (kg)
2	188.53	44.55
1	200.82	42.55
7	188.52	45.12
90	190.25	41.71
5	197.07	44.88
6	196.98	35.21
7	199.87	31.57
10	196.25	29.65
8	196.49	11.94
9	198.82	15.52
10	193.77	43.01
11	193.79	34.21
13	192.62	38.91
14	192.62	32.25
21	189.12	39.82
20	205.12	3.00

POBLACION: COLONIA LA GLORIA

ALTERNATIVA: DEFINITIVA GASTO 2006

## M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

### CARACTERISTICAS GENERALES EN LA RED

#### NUDOS DE CARGA CONSTANTE (TANQUES)

NUDO	CARGA (m)
27	165.66

#### TUBOS ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
26	27 28	246.00	0.25	0.0100

# M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

TUBOS NO ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE		LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANTEN
27	22	23	412.00	0.20	0.0100
20	23	28	209.00	0.20	0.0100
31	28	16	213.00	0.15	0.0100
21	16	17	458.00	0.10	0.0100
22	17	18	645.00	0.10	0.0100
23	18	22	231.00	0.15	0.0100
28	23	24	331.00	0.15	0.0100
29	24	25	373.00	0.08	0.0090
30	25	16	333.00	0.08	0.0090

# METODO DE LA RED ESTATICA

## GASTO EN LOS TUBOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SALE DEL NUDO
27	8.7	0.277	23
20	14.7	0.467	28
31	6.6	0.374	28
21	3.0	0.381	16
22	2.0	0.258	18
23	5.0	0.282	22
28	3.9	0.221	23
29	1.0	0.193	24
30	1.3	0.262	16
26	21.2	0.432	27

## CARGA EN LOS NUDOS

NUDO	NIVEL PIEZ. (m)	CARGA (m)
23	165.23	12.68
22	165.06	11.76
28	165.47	14.31
16	165.24	15.94
17	164.33	14.80
18	164.91	10.83
24	165.10	10.18
25	164.91	15.55
27	165.66	14.00

POBLACION: COLONIA LA GLORIA

ALTERNATIVA: DEFINITIVA GASTO 2010

## M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

### CARACTERISTICAS GENERALES EN LA RED

#### WUOS DE CARGA CONSTANTE (TANQUES)

WUO	CARGA (m)
27	165.66

#### TUBOS ASOCIADOS A WUOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	WUOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
26	27    28	246.00	0.25	0.0100

# M E T O D O D E L A R E D E S T A T I C A

## TUBOS NO ASOCIADOS A NUDOS DE CARGA CONSTANTE

TUBO	NUDOS QUE UNE	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	COEF. DE MANNING
27	22 23	412.00	0.20	0.0100
20	23 28	209.00	0.20	0.0100
31	28 16	213.00	0.15	0.0100
21	16 17	458.00	0.10	0.0100
22	17 18	645.00	0.10	0.0100
23	18 22	231.00	0.15	0.0100
28	23 24	331.00	0.15	0.0100
29	24 25	373.00	0.08	0.0090
30	25 16	333.00	0.08	0.0090

# M E T O D O   D E   L A   R E D   E S T A T I C A

## GASTO EN LOS TUBOS

TUBO	GASTO (lps)	VELOCIDAD (m/s)	SALE DEL NUDO
27	9.7	0.308	23
20	16.2	0.517	28
31	7.3	0.416	28
21	3.3	0.425	16
22	2.3	0.289	18
23	5.5	0.311	22
28	4.4	0.247	23
29	1.1	0.215	24
30	1.5	0.291	16
26	23.6	0.480	27

## CARGA EN LOS NUDOS

NUDO	NIVEL PIEZ. (a)	CARGA (a)
23	165.13	12.58
22	164.92	11.62
28	165.43	14.27
16	165.14	15.84
17	164.01	14.48
18	164.74	10.66
24	164.97	10.05
25	164.73	15.37
27	165.66	14.00

### CANTIDADES DE OBRA

De acuerdo con la geometría de las redes se fue necesaria la incorporación de las siguientes modificaciones en la red primaria.

DIAMETRO	LONGITUD
3"	1571 m
6"	231 m
8"	246 m
10"	616 m

Así como la incorporación de las siguientes longitudes de red secundaria.

DIAMETRO	LONGITUD
3"	444 m
2"	4366 m

De acuerdo con la tabla de excavaciones y rellenos de las normas de agua potable de la extinta Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Publicas S.A.H.O.P. (2), se obtienen los coeficientes de excavación en (m<sup>3</sup>/m), los cuales se muestran en la tabla A.1.4 de esta memoria.

El diseño de cruceros se muestra en los planos de Rehabilitación de la red de distribución de agua potable.

De la misma forma se presenta la cuantificación de piezas especiales en la tabla A.1.5 de esta memoria para piezas de PVC, y en la tabla A.1.6 para piezas especiales de fierro fundido.

CANTIDADES DE OBRA

DIAMETRO ( pulg )	LONGITUD ( m )	EXCAVACION Coef.	PLANTILLA ( m <sup>3</sup> )	Coef.	RELLENO COMPACTADO ( m <sup>3</sup> )	Coef.	( m <sup>3</sup> )
2	4266	0.2850	1680.91	0.055	240.13	0.2279	1431.61
3	2176	0.6000	1705.60	0.060	130.56	0.5756	1165.47
6	231	0.7700	177.87	0.070	16.17	0.6824	157.63
8	246	0.8675	213.41	0.075	18.45	0.7561	186.00
10	616	0.9600	591.36	0.080	49.28	0.8309	511.83
TOTALES			3969.15		454.59		3452.55

Tabla A.1.4

CRUCEROS DE PVC

CUANTIFICACION DE CRUCEROS

CRUCERO

1 2 3 6 9 10 13 14 16 21 24 25 27 29 31 32 33 34 35 36 38 43 44 46 47 48 49 50 51 53 54 54'55 56 57 58 60 61 62 63 64 65 66 21 TC

CRUZ

404 1 1  
 342  
 343 1 1 1

TEE

412 1 1  
 342 1 1 1  
 343 1 1  
 242 1 1 1 1  
 412 1 1 1

REDUCCION ESPINA

413 1 1  
 412 1  
 342 1 1 1

REDUCCION CAMPANA

242 1

EXTREMO CAMPANA

2° 1 2 1 1 1 2 1 2 2 1 1 2  
 2° 1 1 2 1  
 4° 1 1 2 1

CORDOS DE 90

2° 1  
 2° 1 1 1 1 1

CORDOS DE 22

2° 1 1

TAPON

2° 7  
 2° 21

TABLA A.1.5





## PROGRAMA DE LA RED ESTATICA

```

1 TEM *****
2 TEM | PROGRAMA REALIZADO EN EL INSTITUTO |
3 TEM | DE INVESTIGACION DE LA OMA |
4 TEM *****
5 TEM |
6 TEM | *****
7 TEM | *****
8 TEM | *****
9 TEM | *****
10 TEM | *****
11 TEM | *****
12 TEM | *****
13 TEM | *****
14 TEM | *****
15 TEM | *****
16 TEM | *****
17 TEM | *****
18 TEM | *****
19 TEM | *****
20 TEM | *****
21 TEM | *****
22 TEM | *****
23 TEM | *****
24 TEM | *****
25 TEM | *****
26 TEM | *****
27 TEM | *****
28 TEM | *****
29 TEM | *****
30 TEM | *****
31 TEM | *****
32 TEM | *****
33 TEM | *****
34 TEM | *****
35 TEM | *****
36 TEM | *****
37 TEM | *****
38 TEM | *****
39 TEM | *****
40 TEM | *****
41 TEM | *****
42 TEM | *****
43 TEM | *****
44 TEM | *****
45 TEM | *****
46 TEM | *****
47 TEM | *****
48 TEM | *****
49 TEM | *****
50 TEM | *****
51 TEM | *****
52 TEM | *****
53 TEM | *****
54 TEM | *****
55 TEM | *****
56 TEM | *****
57 TEM | *****
58 TEM | *****
59 TEM | *****
60 TEM | *****
61 TEM | *****
62 TEM | *****
63 TEM | *****
64 TEM | *****
65 TEM | *****
66 TEM | *****
67 TEM | *****
68 TEM | *****
69 TEM | *****
70 TEM | *****
71 TEM | *****
72 TEM | *****
73 TEM | *****
74 TEM | *****
75 TEM | *****
76 TEM | *****
77 TEM | *****
78 TEM | *****
79 TEM | *****
80 TEM | *****
81 TEM | *****
82 TEM | *****
83 TEM | *****
84 TEM | *****
85 TEM | *****
86 TEM | *****
87 TEM | *****
88 TEM | *****
89 TEM | *****
90 TEM | *****
91 TEM | *****
92 TEM | *****
93 TEM | *****
94 TEM | *****
95 TEM | *****
96 TEM | *****
97 TEM | *****
98 TEM | *****
99 TEM | *****
100 TEM | *****
101 TEM | *****
102 TEM | *****
103 TEM | *****
104 TEM | *****
105 TEM | *****
106 TEM | *****
107 TEM | *****
108 TEM | *****
109 TEM | *****
110 TEM | *****
111 TEM | *****
112 TEM | *****
113 TEM | *****
114 TEM | *****
115 TEM | *****
116 TEM | *****
117 TEM | *****
118 TEM | *****
119 TEM | *****
120 TEM | *****
121 TEM | *****
122 TEM | *****
123 TEM | *****
124 TEM | *****
125 TEM | *****
126 TEM | *****
127 TEM | *****
128 TEM | *****
129 TEM | *****
130 TEM | *****
131 TEM | *****
132 TEM | *****
133 TEM | *****
134 TEM | *****
135 TEM | *****
136 TEM | *****
137 TEM | *****
138 TEM | *****
139 TEM | *****
140 TEM | *****
141 TEM | *****
142 TEM | *****
143 TEM | *****
144 TEM | *****
145 TEM | *****
146 TEM | *****
147 TEM | *****
148 TEM | *****
149 TEM | *****
150 TEM | *****
151 TEM | *****
152 TEM | *****
153 TEM | *****
154 TEM | *****
155 TEM | *****
156 TEM | *****
157 TEM | *****
158 TEM | *****
159 TEM | *****
160 TEM | *****
161 TEM | *****
162 TEM | *****
163 TEM | *****
164 TEM | *****
165 TEM | *****
166 TEM | *****
167 TEM | *****
168 TEM | *****
169 TEM | *****
170 TEM | *****
171 TEM | *****
172 TEM | *****
173 TEM | *****
174 TEM | *****
175 TEM | *****
176 TEM | *****
177 TEM | *****
178 TEM | *****
179 TEM | *****
180 TEM | *****
181 TEM | *****
182 TEM | *****
183 TEM | *****
184 TEM | *****
185 TEM | *****
186 TEM | *****
187 TEM | *****
188 TEM | *****
189 TEM | *****
190 TEM | *****
191 TEM | *****
192 TEM | *****
193 TEM | *****
194 TEM | *****
195 TEM | *****
196 TEM | *****
197 TEM | *****
198 TEM | *****
199 TEM | *****
200 TEM | *****

```





```

750 FOR J=1 TO NTINA
751 INPUT I, J, NUD(1), NUD(2), ELE, DIAM, ENE
752 NUD(1)=I+NUD(1),2)+NUD(2)+J*(1)-DIAM
753 NUD(1)=J
754 C11=(CONVELENE/E11)/DIAM(1)*E12
755 IF NUD(1,1) NUD(2) THEN NUD(1)=NUD(1,1)
756 IF NUD(1,2) NUD(2) THEN NUD(1)=NUD(1,2)
757 PRINT TAB(15);:LPRINT USING"####" "J,NUD(1,1),NUD(1,2);:LPRINT USING"#####" "E,ELE,DIAM";:LPRINT USING"###.###"ENE
758 NEXT J
759 FOR I=1 TO NTINA
760 INPUT I, NTIN, QD(NTIN(1)-NTIN);QD(1)=QD
761 NEXT I
762 PRINT CHR(12);:LPRINT"602.6 155";:LPRINT
763 PRINT CHR(15);:LPRINT TAB(15)"GASTO CON GASTO DE EGRESO (+) O INGRESO (-)";:LPRINT TAB(15)" NUDO GASTO (+)";:LPRINT
800 GO#0
805 FOR J=1 TO NTINA
810 LPRINT TAB(15);:LPRINT USING"####"NTIN(1);:LPRINT USING"###.###";QD(1)
815 GO#0
820 NEXT J
825 LPRINT LPRINT TAB(15)"EL GASTO DE SALE DE LA RED ES";:LPRINT USING"###.###";:LPRINT LPRINT LPRINT LPRINT LPRINT LPRINT
830 LPRINT TAB(15)"CONDICIONES DEL SIS.ERA";:LPRINT TAB(15)"MODO ELEVACION";:LPRINT TAB(15)" DEL TERRENO";:LPRINT
835 FOR J=1 TO NUDOS
840 INPUT I, B(1)
845 LPRINT TAB(15);:LPRINT USING"####" "I";:LPRINT USING"###.###";B(1)
850 NEXT J
855 GO#0
860 LPRINT CHR(17);:LOCATE 3,10;:PRINT"PRINCE LA IMPRESORA"
870 LOCATE 5,10;:PRINT"DEJA EL PAPEL APRX. 2 CM ARRIBA DE LA CABEZA DE IMPRESION";:PRINT
880 LOCATE 7,10;:PRINT"PARA CONTINUAR OPRIME CUALQUIER TECLA"
885 E=INKEY;:IF E#"" GOTO 859
890 LPRINT CHR(12);:LPRINT CHR(15);:GOSUB 1055;:WIDTH"LF1";:140
895 LPRINT TAB(15)"FACTOR DE ERROR EN EL METODO";:LPRINT USING"###.###";E
900 LPRINT TAB(15)"GASTO INICIAL EN LOS TUBOS (lps)";:LPRINT USING"###.###";GAS(1)
905 LPRINT TAB(15)"NUMERO DE NUDOS";:LPRINT USING"###.###";NUDOS
910 LPRINT TAB(15)"NUMERO DE TUBOS";:LPRINT USING"###.###";NTUB
915 LPRINT TAB(15)"NUMERO DE TUBOS ASOCIADOS A TANDUES";:LPRINT USING"###.###";NTA
920 LPRINT TAB(15)"NUMERO DE TANDUES";:LPRINT USING"###.###";NTA
925 LPRINT TAB(15)"NUMERO DE GASTOS DE INGRESO Y EGRESO";:LPRINT USING"###.###";NTINA
930 LPRINT TAB(15)"NUMERO MAXIMO GASTO COMO NUMERO A UN NUDO";:LPRINT USING"###.###";NUDOS
935 LPRINT TAB(15)"NUMERO MAXIMO DE ITERACIONES DEL METODO";:LPRINT USING"###.###";NTM
940 LPRINT TAB(15)"FACTA DRESA";:LPRINT USING"###.###";DRESA
945 LPRINT TAB(15)"MOLDSIA EN EL METODO SCR";:LPRINT USING"###.###";MOLDS
950 LPRINT TAB(15)"MOLESA EN EL METODO ESTADICA";:LPRINT USING"###.###";MOLDS
955 LPRINT TAB(15)"NO. DE ITERACIONES EN EL SISTEMA DE ECU. LINEALES";:LPRINT USING"###.###";NTI
960 RETURN
965 REM ** SUBROUTINA SCR **
970 GO#0
975 FOR I=1 TO NIT
980 E=0
985 FOR J=1 TO NUD
990 I1=I
995 I2=I+(NUD-I)*J/NIT
1000 I3=I1+(I2-I1)/NIT
1005 E=E+ABS(I1-I2)
1010 NIT=NIT+1
1015 NEXT J
1020 NEXT I

```



```

1290 NEXT I:PRINT
1295 BOTO:GOTO 1280
1296 IT(I)=I
1300 MCO(I)=M
1310 Q(I)=S
1320 MCO(I)=I
1330 AT(I)=I
1340 NEXT I
1350 FOR I=1 TO N/200
1355 MCO(I)=NEXT I
1360 FOR N1 TO N/200
1365 MCO(I)=N/200
1370 L=LEGLIN(I)
1375 MCO(I)=MCO(I)+1
1380 I=MCO(I)
1385 MCO(I)=MCO(I)+1
1390 I=MCO(I)
1400 MCO(I)=MCO(I)
1405 MCO(I)=MCO(I)
1410 MCO(I)=MCO(I)
1415 MCO(I)=MCO(I)
1420 MCO(I)=MCO(I)
1425 MCO(I)=MCO(I)
1430 MCO(I)=MCO(I)
1435 MCO(I)=MCO(I)
1440 MCO(I)=MCO(I)
1445 MCO(I)=MCO(I)
1450 MCO(I)=MCO(I)
1455 MCO(I)=MCO(I)
1460 MCO(I)=MCO(I)
1465 MCO(I)=MCO(I)
1470 MCO(I)=MCO(I)
1475 MCO(I)=MCO(I)
1480 MCO(I)=MCO(I)
1485 MCO(I)=MCO(I)
1490 MCO(I)=MCO(I)
1495 MCO(I)=MCO(I)
1500 MCO(I)=MCO(I)
1505 MCO(I)=MCO(I)
1510 MCO(I)=MCO(I)
1515 MCO(I)=MCO(I)
1520 MCO(I)=MCO(I)
1525 MCO(I)=MCO(I)
1530 MCO(I)=MCO(I)
1535 MCO(I)=MCO(I)
1540 MCO(I)=MCO(I)
1545 MCO(I)=MCO(I)
1550 MCO(I)=MCO(I)
1555 MCO(I)=MCO(I)
1560 MCO(I)=MCO(I)
1565 MCO(I)=MCO(I)
1570 MCO(I)=MCO(I)
1575 MCO(I)=MCO(I)
1580 MCO(I)=MCO(I)
1585 MCO(I)=MCO(I)
1590 MCO(I)=MCO(I)
1595 MCO(I)=MCO(I)
1600 MCO(I)=MCO(I)
1605 MCO(I)=MCO(I)
1610 MCO(I)=MCO(I)
1615 MCO(I)=MCO(I)
1620 MCO(I)=MCO(I)
1625 MCO(I)=MCO(I)
1630 MCO(I)=MCO(I)
1635 MCO(I)=MCO(I)
1640 MCO(I)=MCO(I)
1645 MCO(I)=MCO(I)
1650 MCO(I)=MCO(I)
1655 MCO(I)=MCO(I)
1660 MCO(I)=MCO(I)
1665 MCO(I)=MCO(I)
1670 MCO(I)=MCO(I)
1675 MCO(I)=MCO(I)
1680 MCO(I)=MCO(I)
1685 MCO(I)=MCO(I)
1690 MCO(I)=MCO(I)
1695 MCO(I)=MCO(I)
1700 MCO(I)=MCO(I)
1705 MCO(I)=MCO(I)
1710 MCO(I)=MCO(I)
1715 MCO(I)=MCO(I)
1720 MCO(I)=MCO(I)
1725 MCO(I)=MCO(I)
1730 MCO(I)=MCO(I)
1735 MCO(I)=MCO(I)
1740 MCO(I)=MCO(I)
1745 MCO(I)=MCO(I)
1750 MCO(I)=MCO(I)
1755 MCO(I)=MCO(I)
1760 MCO(I)=MCO(I)
1765 MCO(I)=MCO(I)
1770 MCO(I)=MCO(I)
1775 MCO(I)=MCO(I)
1780 MCO(I)=MCO(I)
1785 MCO(I)=MCO(I)
1790 MCO(I)=MCO(I)
1795 MCO(I)=MCO(I)
1800 MCO(I)=MCO(I)
1805 MCO(I)=MCO(I)
1810 MCO(I)=MCO(I)
1815 MCO(I)=MCO(I)
1820 MCO(I)=MCO(I)
1825 MCO(I)=MCO(I)
1830 MCO(I)=MCO(I)
1835 MCO(I)=MCO(I)
1840 MCO(I)=MCO(I)
1845 MCO(I)=MCO(I)
1850 MCO(I)=MCO(I)
1855 MCO(I)=MCO(I)
1860 MCO(I)=MCO(I)
1865 MCO(I)=MCO(I)
1870 MCO(I)=MCO(I)
1875 MCO(I)=MCO(I)
1880 MCO(I)=MCO(I)
1885 MCO(I)=MCO(I)
1890 MCO(I)=MCO(I)
1895 MCO(I)=MCO(I)
1900 MCO(I)=MCO(I)
1905 MCO(I)=MCO(I)
1910 MCO(I)=MCO(I)
1915 MCO(I)=MCO(I)
1920 MCO(I)=MCO(I)
1925 MCO(I)=MCO(I)
1930 MCO(I)=MCO(I)
1935 MCO(I)=MCO(I)
1940 MCO(I)=MCO(I)
1945 MCO(I)=MCO(I)
1950 MCO(I)=MCO(I)
1955 MCO(I)=MCO(I)
1960 MCO(I)=MCO(I)
1965 MCO(I)=MCO(I)
1970 MCO(I)=MCO(I)
1975 MCO(I)=MCO(I)
1980 MCO(I)=MCO(I)
1985 MCO(I)=MCO(I)
1990 MCO(I)=MCO(I)
1995 MCO(I)=MCO(I)
2000 MCO(I)=MCO(I)

```

## APARTADO 2

### LÍNEAS DE CONDUCCION

A.2.1 CALCULO DE DIAMETRO MAS ECONOMICO DE LA LINEA DE CONDUCCION EL CARCAMO DE REBOMBO AL TANQUE DE REGULARIZACION.

De acuerdo con la topografía de la línea se tienen los siguientes datos.

L= 1930 m

Q= 0.065 m<sup>3</sup>/seg

D= 0.203 m ( 8" ), 0.254 m ( 10" ) v 0.305 m ( 12" )

Cálculo de cargas dinámicas para estos diámetros

PERDIDAS POR FRICCION.

Utilizando el criterio de Darcy Weisbach y despreciando las pérdidas locales en la conducción ( estas pérdidas va se consideraron en el equipo de bombeo ).

De la ecuación de continuidad tenemos.

$$Q = A * V \text{ -----(1)}$$

Donde:

Q= Gasto en. m<sup>3</sup>/seg

A= Area del conducto. en m<sup>2</sup>

V= Velocidad media en el conducto. en m/seg

Despejando el termino velocidad en (1) tenemos para 10"

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.065}{0.0507} = 1.28 \text{ m/seg}$$

Calculamos el número de Reynolds con la siguiente ecuación.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (2)$$

Donde:

Re- Número de Reynolds adimensional

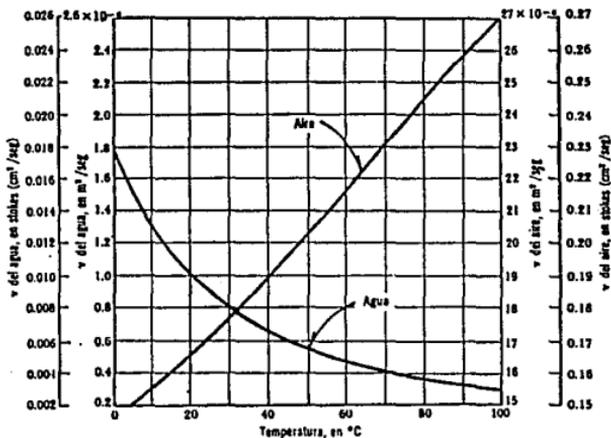
V= Velocidad media en el conducto, en m/seg

D= Diámetro del conducto, en m

$\nu$ = Viscosidad cinemática del agua en, m<sup>2</sup>/seg

De la figura A.2.1 del libro hidráulica general del ingeniero Gilberto Sotelo (1), para una temperatura de 10 oc tenemos.

$$\nu = 1.3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$



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

FIGURA A.2.1

Sustituyendo en la ecuación (2), tenemos.

$$Re = \frac{1.28 * 0.254}{1.3 * 10^{-6}} = 2.5 * 10^5$$

Para tuberías de asbesto cemento se tiene una rugosidad absoluta de 0.025 mm. es decir.

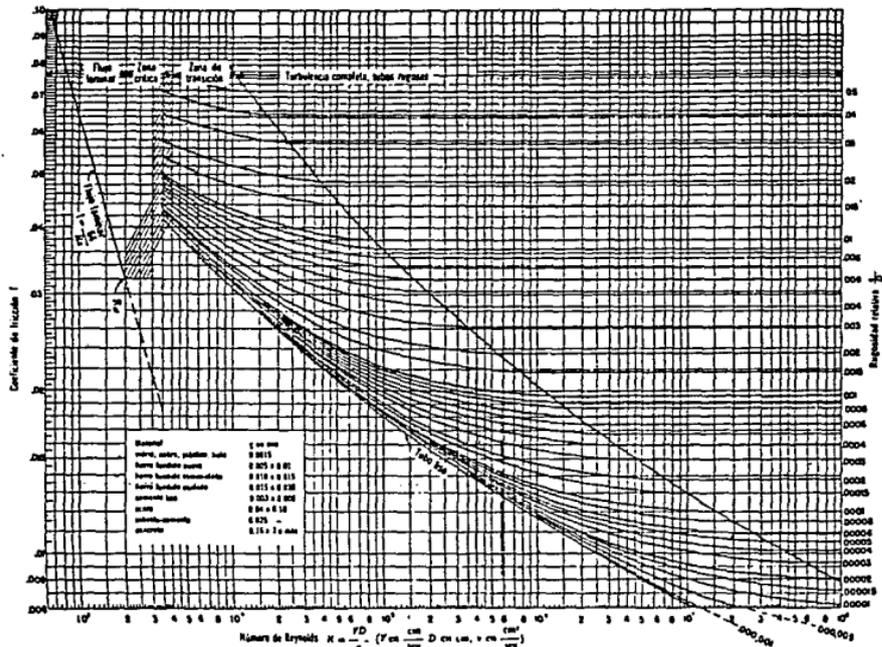
$$E = 0.025 * 10^{-3} \text{ m}$$

Calculamos la rugosidad relativa, dividiendo la rugosidad absoluta entre el diámetro del conducto.

$$\frac{E}{D} = \frac{0.0250 * 10^{-3}}{0.254} = 0.0001$$

De la figura A.2.2 del libro de Hidráulica general del Ingeniero Gilberto Sotelo (1), que corresponde al diagrama universal de Moody, obtenemos  $f$  para la fórmula de pérdidas de Darcy, para Reynolds =  $2.5 * 10^5$  y una rugosidad relativa de 0.0001.

$$f = 0.0163$$



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

FIGURA A.2.2

De la ecuación de Darcy tenemos

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

Dividiendo entre L obtendremos la pérdida de carga por unidad de longitud, es decir la pendiente de fricción ( S ).

$$S = \frac{f}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

Donde :

S = Pendiente de fricción ( m/m )

V = Velocidad media en el tubo ( m/seg )

g = Aceleración de la gravedad ( 9.81 m/seg<sup>2</sup> )

Sustituyendo en (4)

$$S = \frac{0.0163}{0.254} \cdot \frac{(1.28)^2}{19.62} = 0.00536$$

La pérdida de carga

$$H_f = 1930 * 0.00536 = 10.34 \text{ m}$$

De forma análoga para los diámetros de 8 y 12 pulgadas tenemos los siguientes datos.

Para 8" de diámetro

$$V = 2.07 \text{ m/seg}$$

$$A = 0.0314 \text{ m}^2$$

$$Re = 3.1 * 10^5$$

$$f = 0.0158$$

$$S = 0.0173$$

$$H_f = 33.3 \text{ m}$$

Para 12" de diámetro

$$V = 0.092 \text{ m/seg}$$

$$A = 0.0707 \text{ m}^2$$

$$Re = 2.1 * 10^5$$

$$f = 0.016$$

$$S = 0.0023$$

$$H_f = 4.5 \text{ m}$$

Considerando un incremento de presión en las tuberías debido al fenómeno de golpe de ariete evaluado por la ecuación.

$$A_p = \frac{a \cdot V}{g}$$

Donde :

$A_p$  = Incremento de presión en la tubería, en m

$a$  = Velocidad de la onda en función del material de la tubería, en m/seg.

$V$  = Velocidad media del fluido, en m/seg

$g$  = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/seg<sup>2</sup>.

De esta forma tenemos para los diferentes diámetros las sobrepresiones generadas; así mismo, se acepta que una válvula reguladora de presión absorbe el 80 % de la presión y un 20 % la tubería.

DIAMETRO	SOBREPRESION	EN LA TUBERIA	CARGA DE DISEÑO
8"	207 m	41.4 m	154.96 m
10"	132 m	26.4 m	117.66 m
12"	92 m	18.4 m	102.16 m

Con estas cargas aplicadas sobre la línea estática, obtenemos las cargas de diseño para la tubería quedando la clase de la tubería de la siguiente forma.

CLASE	8 "	10 "	12 "
	LONGITUD	LONGITUD	LONGITUD
A-7	153	240	290
A-10	168	740	1350
A-14	889	950	290
ACERO	750		

Sumando las pérdidas por fricción a la altura estática se obtienen las cargas de diseño para los equipos de bombeo; así mismo, se obtiene la potencia de las bombas considerando un 80 % de eficiencia en los equipos, así como el consumo de energía por hora se obtiene multiplicando la potencia por el factor de conversión para consumo (0.7475 \* HP).

DIAMETRO (pulq)	CARGA DISEÑO (m)	POTENCIA (HP)	CONSUMO (KW/Hr)
9	113.56	121.4	90.5
10	91.26	97.6	72.7
12	84.76	90.6	67.5

El costo anual por consumo de energía del equipo de bombeo se obtiene considerando el consumo de los diferentes equipos y un costo de 170 pesos el KW ( C.F.E.).

DIAMETRO (pulq)	CONSUMO (kw/Hr)	COSTO DE OPERACION (pesos)	CARGO ANUAL (mill)
9	90.5	15,385	89.85
10	72.7	12,359	72.18
12	67.5	11,475	67.01

Los costos de construcción de la línea deben recuperarse a través de la vida económica de la misma, por lo que se genera un costo de amortización sobre el costo total de construcción, de manera que es posible comparar los costos totales anuales de cada proyecto.

Para evaluar el costo de amortización mencionado, se utiliza la siguiente fórmula.

$$Fa = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i$$

Donde:

Fa Factor de anualidad

n Años de amortización ( 10 años )

i Tasa de interes ( 18% )

Así sustituyendo los valores tenemos:

$$Fa = \frac{0,18}{(1+0,18)^{10}-1} + 0,18 = 0,223$$

DIAMETRO (pulq)	ENERGIA (mill)	AMORTIZACION (mill)	COSTO ANUAL (mill)
8	89.85	48.77	138.6
10	72.18	40.42	112.4
12	67.01	48.74	115.75

Por lo que el diámetro seleccionado es de 10".

CALCULO DE DIAMETRO ECONOMICO

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PARA OCHO FULGADAS				
EXCAVACION	m3	1660	\$8,791.00	\$13,929,060.00
Plantilla compactada	m3	145	\$11,434.00	\$1,657,930.00
relleno compactado	m3	663	\$9,344.00	\$6,195,072.00
relleno a volteo	m3	941	\$7,841.00	\$7,378,781.00
Instalación de tubería clase A-7	m	153	\$33,452.00	\$5,118,156.00
Instalación de tubería clase A-10	m	168	\$47,176.00	\$7,925,568.00
Instalación de tubería clase A-14	m	889	\$57,253.00	\$50,986,817.00
Instalación de tubería de acero	m	750	\$168,197.00	\$126,147,750.00
COSTO DE CONSTRUCCION				\$218,666,734.00

CALCULO DE DIAMETRO ECONOMICO

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PARA DIEZ FULGURAS				
EXCAVACION	m <sup>3</sup>	1853	\$8,391.00	\$15,548,523.00
Plantilla compactada	m <sup>3</sup>	154	\$11,434.00	\$1,760,836.00
Relleno compactado	m <sup>3</sup>	755	\$9,344.00	\$7,054,720.00
Relleno a volteo	m <sup>3</sup>	1004	\$7,841.00	\$7,872,364.00
Instalación de tubería clase A-7	m	240	\$49,186.00	\$11,804,640.00
Instalación de tubería clase A-10	m	740	\$66,143.00	\$48,945,820.00
Instalación de tubería clase A-14	m	950	\$91,969.00	\$87,370,550.00
Instalación de tubería de acero	m	0	0	\$0.00
COSTO DE CONSTRUCCION				\$180,357,453.00

CALCULO DE DIAMETRO ECONOMICO

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	INORTE
PARA DOCE FULGADAS				
EXCAVACION	m <sup>3</sup>	2046	\$8,391.00	\$17,167,986.00
Plantilla compactada	m <sup>3</sup>	164	\$11,434.00	\$1,875,176.00
Relleno compactado	m <sup>3</sup>	848	\$9,344.00	\$7,923,712.00
Relleno a volteo	m <sup>3</sup>	1066	\$7,841.00	\$8,358,506.00
Instalación de tubería clase A-7	m	290	\$65,335.00	\$18,947,150.00
Instalación de tubería clase A-10	m	1350	\$93,384.00	\$126,068,400.00
Instalación de tubería clase A-14	m	290	\$131,833.00	\$38,231,570.00
Instalación de tubería de acero	m	0	0	\$0.00
COSTO DE CONSTRUCCION				\$218,572,500.00

A.2.3 MEMORIA DE CALCULO DE LA LINEA DE CONDUCCION DEL  
CARCAMO DE RBOMBEO AL TANQUE DE REGULARIZACION.

De acuerdo con el análisis de diámetro económico realizado  
tenemos los siguientes datos de proyecto:

$$L = 1930 \text{ m}$$

$$Q = 0.065 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$D = 0.254 \text{ m ( 10" )}$$

$$A = 0.0507 \text{ m}^2$$

La línea de conducción propuesta es de asbesto cemento clase  
A-7, A-10 y A-14, con 240, 740 y 950 m respectivamente, de  
acuerdo con los análisis realizados en el cálculo del  
diámetro económico, con base a las presiones generadas en la  
tubería.

PERDIDAS POR FRICCIÓN.

De manera similar a la secuela de cálculo descrita en el  
inciso A.2.1, tenemos los siguientes resultados:

$$V = 1.28 \text{ m/seg}$$

$$Re = 2.5 \times 10^5$$

$$E = 0.025 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$E/D = 0.0001$$

f= 0.0163

S= 0.00536

Hf= 10.34 m

#### CANTIDADES DE TUBERIA

CLASE	LONGITUD
A-7	240 m
A-10	740 m
A-14	950 m

Analizando que el terreno se comporta de manera uniforme se utilizó la información topográfica de la línea para obtener las cantidades de escavación siguientes.

Excavación en material tipo I	1853 m3
Relleno compactado al 85 %	755 m3
Plantilla compactada al 95 %	155 m3
Relleno a volteo	1004 m3

A.2.3 MEMORIA DE CALCULO DE LA LINEA DE CONDUCCION DEL POZO No. 1 Y No. 2 AL TANQUE DE REBOMBEO.

De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado tenemos los siguientes datos de proyecto:

POZO No 1	POZO No.2
L= 294 m	L= 1.822m
Q= 0.035 m <sup>3</sup> /seg	Q= 0.03 m <sup>3</sup> /seg
D= 0.203 m ( 8")	D= 0.203 m (8")
A= 0.03237 m <sup>2</sup>	A= 0.203 m <sup>2</sup>

La línea de conducción es existente de asbesto cemento clase A-5 de 8" de diámetro por lo que solo se procede a revisar la línea para las necesidades de proyecto.

PERDIDAS POR FRICCIÓN.

De manera similar a la secuela de cálculo descrita en el inciso A.2.2 . obtenemos los siguientes resultados:

POZO No.1

$$V = 1.079 \text{ m/seg}$$

$$v = 1.3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$

$$Re = 1.68 \times 10^5$$

$$E = 0.025 \times 10^{-3} \text{ m}$$

E

$$\frac{E}{D} = 0.00012$$

D

$$f = 0.017$$

$$S = 0.00497$$

$$H_f = 1.49 \text{ m}$$

POZO No.2

$$0.925 \text{ m/seg}$$

$$1.3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$

$$1.4 \times 10^5$$

$$0.025 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$0.00012$$

$$0.0175$$

$$0.00376$$

$$6.85 \text{ m}$$

### APARTADO 3

### EQUIPAMIENTO MECANICO DE POZOS

### A.3.1 MEMORIA DE CALCULO EQUIPAMIENTO MECANICO DEL POZO No.1

De acuerdo con los aforos realizados en el pozo No.1 se tienen los siguientes datos para el reequipamiento.

Díámetro superficial de ademe	19 1/2"
Nivel estático	137.16 m
Nivel dinámico	153.13 m
Profundidad actual	165.81 m
Cámara de bombeo	28.65 m
Caudal	35 lps

De acuerdo con estos datos se analizaron dos tipos de bombas.

- Bombas sumergibles
- Bombas de turbina verticales

Adoptandose las primeras debido a que el organismo operador de ciudad Serdán ha tenido experiencia solo en la operación de este tipo de bombas.

De acuerdo con el análisis de la línea de conducción se requiere suministrar a ésta una elevación piezométrica después de pérdidas locales y de fricción de 2490.02 m.

Elevación piezométrica = 2490.02 m

Elevación dinámica = 2327.37 m

Por lo que la carga a vencer antes de pérdidas locales y de fricción en la rama de succión es de.

$H = 162.65 \text{ m}$

Cálculo de las pérdidas por fricción en la rama de succión.

Longitud en la rama de succión  $L = 178 \text{ m}$

El gasto de diseño  $Q = 0.035 \text{ m}^3/\text{seg}$

El diámetro de la succión  $D = 6" (0.1524 \text{ m})$

Utilizando el criterio de Darcy Weisbach.

De la ecuación de continuidad tenemos.

$$Q = A \cdot V \text{ -----(1)}$$

Donde:

$Q =$  Gasto, en  $\text{m}^3/\text{seg}$

A= Area del conducto, en m<sup>2</sup>

V= Velocidad media en el conducto, en m/seg

Despejando el término velocidad en (1) tenemos

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.035}{0.01824} = 1.919 \text{ m/seg}$$

Calculamos el número de Reynolds con la siguiente ecuación.

$$Re = \frac{V * D}{\nu} \quad (2)$$

Donde:

Re= Número de Reynolds adimensional

V= Velocidad media en el conducto, en m/seg

D= Diámetro del conducto, en m

$\nu$ = Viscosidad cinemática del agua, en m<sup>2</sup>/seg

De la figura A.2.1 del libro hidráulica general del ingeniero Gilberto Sotelo (1), para una temperatura de 10 oc tenemos.

$$v = 1.3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$

Sustituyendo en la ecuación (2), tenemos.

$$Re = \frac{1.919 \times 0.1524}{1.3 \times 10^{-6}} = 2.5 \times 10^5$$

Para tuberías de acero se tiene una rugosidad absoluta de 0.02 mm. es decir.

$$E = 0.02 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Calculamos la rugosidad relativa, dividiendo la rugosidad absoluta entre el diámetro del conducto.

$$\frac{E}{D} = \frac{0.02 \times 10^{-3}}{0.1524} = 0.00013$$

De la figura A.2.2 del libro de Hidráulica general del Ingeniero Gilberto Sotelo que corresponde al diagrama universal de Moody (1), obtenemos  $f$  para la fórmula de pérdidas de Darcy, para Reynolds =  $2.5 \times 10^5$  y una rugosidad relativa de 0.00013.

$$f = 0.0163$$

De la ecuacion de Darcy tenemos

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

Dividiendo entre L obtendremos la pérdida de carga por unidad de longitud: es decir, la pendiente de fricción (S).

$$S = \frac{f}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

Donde :

S = Pendiente de fricción. (m/m)

V = Velocidad media en el tubo. (m/seg)

g = Aceleración de la gravedad. ( 9.81 m/seg<sup>2</sup> )

Sustituyendo en (4)

$$S = \frac{0.0165}{0.1524} \cdot \frac{(1.919)^2}{19.62} = 0.0203$$

La pérdida de carga en la rama de succión.

$$h_f = 178 * 0.0203 = 3.61 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas locales se utilizó el método de las longitudes virtuales, mediante la cual toda pieza puede ser sustituida por una longitud ficticia de tubería y utilizar la fórmula de Darcy.

PERDIDAS LOCALES	No. DE DIAMETROS
Entrada colador	250
Codo 90o bridado	45
Medidor de gasto	100
Valvula de retención	100
2 codos 45o bridado	40
Ampliacion de 6 a 8"	12
Válvula de mariposa abierta	170
<b>TOTAL</b>	<b>717 Diámetros</b>

$$\text{Longitud virtual adicional} = 717 * 0.1524 \text{ m} = 109.27 \text{ m}$$

Finalmente multiplicamos la longitud por S obteniéndose las pérdidas locales.

$$H_l = 109.27 * 0.0203 = 2.22 \text{ m}$$

Finalmente.

$$H \text{ diseño} = 162.65 + 3.61 + 2.22 = 168.48 \text{ m}$$

Para la selección del equipo transformamos H en pies

$$H_d = 168.48 / 0.3048 = 552.8 \text{ ft.}$$

Y el gasto en galones por minuto ( GPM )

$$Q = 35 \text{ lps} * 15.85 = 554.75 \text{ GPM}$$

Se utilizaron las curvas de eficiencia de varios modelos de bombas para los rangos establecidos, seleccionando el conjunto motor bomba adecuado.

Se utilizó una bomba sumergible PLEUGER

Modelo	V2523
Tipo	P102-2 + V12-190 ( bomba + motor )
No de pasos	4
Eficiencia	72 %
Velocidad	3450 rpm

Potencia requerida.

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{76 \cdot \eta} \quad (5)$$

Donde :

- P Potencia, en HP
- $\gamma$  Peso específico del agua, en kg/m<sup>3</sup>
- Q Gasto, en m<sup>3</sup>/seg

H Carga total, en m

76 Factor de conversión de unidades

n Eficiencia del conjunto

Sustituyendo los valores en (5)

$$P = \frac{1000 * 0.035 * 168.48}{76 * 0.72} = 107.8 \text{ HP}$$

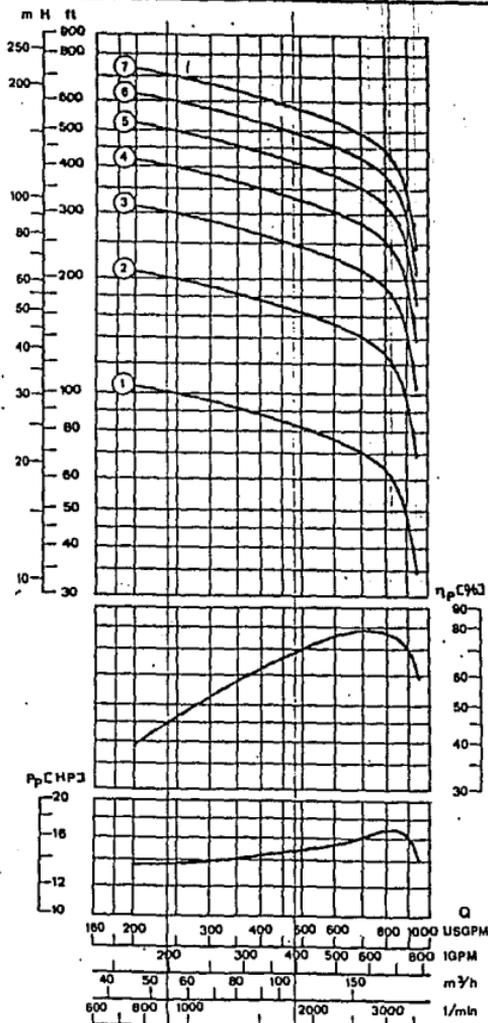
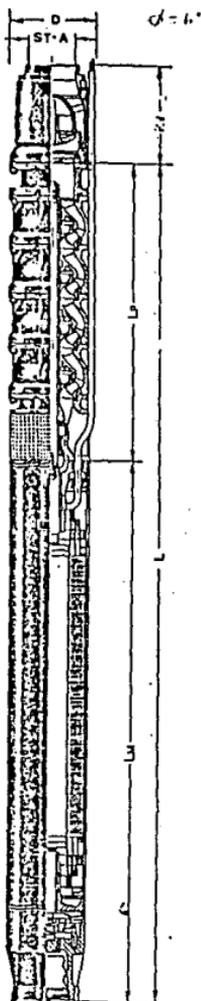
Por lo que se selecciona un motor de 140.8 HP Nominales de fabrica (106 KW).



BOMBAS PLEUGER

60 ciclos 3450 r.p.m.

2320

η<sub>p</sub> (%)P<sub>p</sub>

- pump efficiency
- Pumpenwirkungsgrad
- rendement de la pompe
- rendimiento de la bomba
- Power input for 1 stage (HP)
- Leistungsbedarf der Pumpe für 1 Stufe (PS)
- Force requise pour 1 étage (CV)
- Potencia requerida para 1 etapa (CV)

10

TECHNICAL DATA Type Q 82										TECHNISCHE DATEN Q 82										DONNEES TECHNIQUES Type Q 82										DATOS TECNICOS Tipo Q 82									
Order No. Bestell-Nr. No. da Ord.	Type: Type: Type:	Pu HP PS CV	L	Lp	Lm	D 1	Weight	Pumping capacity and delivery head										Pu	L	Lp	Lm	D 1	Conn Pump Type	Flowmeter and Flowmeter Pumping capacity and delivery head Abz. d. Leistungsmessung caudal y altura de elevación															
Order No. Bestell-Nr. No. da Ord.	Type: Type: Type:	Pu HP PS CV	Inch	Inch	Inch	Inch	lbs	gpm	m <sup>3</sup> /h	ft	m	gpm	m <sup>3</sup> /h	ft	m	gpm	m <sup>3</sup> /h	ft	m	gpm	m <sup>3</sup> /h	ft	m																
FOR WELLS OF 8" dia. diameter																																							
8294	Q 82-1+V8-57	18	32	13	38	7 1/2	227	134	97.5	62.5	74.3	70.3	88	56	46.7	best	132	1320	330	1000	188	103	27.8	27.8	25.1	22.7	21.6	38.3	11.7	14.2									
8294	Q 82-2+V8-40	26	56	17	38	7 1/2	204	148	103	185	141	132	118	82.5	best	25.8	1395	470	975	190	138	73.8	38	46.5	42.1	40.4	38.4	26.4											
8298	Q 82-3+V8-40	36	67	21	48	7 1/2	208	172	125	247	224	212	188	174	140	best	40	1720	545	1175	194	161	113	84	73.5	68	64.8	60.8	52	42.7									
8297	Q 82-4+V8-75	70	78	28	52	7 1/2	485	488	386	330	298	282	286	232	187	best	52	1895	670	1325	198	220	131	112	101	91	86	80.8	70.8	87									
8298	Q 82-5+V8-50	90	122	31	81	7 1/2	628	620	458	412	373	354	321	290	233	best	68	2295	795	1300	196	230	189	140	128	114	108	101	88.5	71									
8298	Q 82-6+V8-40	110	134	38	86	7 1/2	744	500	465	448	424	397	348	280		best	80	2420	820	1200	198	328	227	168	151	138	128	121	108	85.5									
FOR WELLS OF 10" dia. diameter																																							
8300	Q 82-5+V10-70	80	82	31	61	8 1/2	644	620	458	412	373	354	321	290	233	best	68	2348	795	1300	220	282	188	140	128	114	108	101	88.5	71									
8301	Q 82-6+V10-80	110	101	38	85	8 1/2	716	744	500	465	448	424	397	348	280	best	80	2570	820	1850	230	325	227	168	151	138	128	121	108	85.5									

## FOR WELLS OF 8" dia. diameter

80 gpm, 220-575 Volt 7)

3450 Liters.

7 other voltages on request

1) O-male, diameter incl. one cable for 440 volt

2) only for 6.5:1 and auto-transformer start, min. 300 volt

3) 3 phase 380 volt

Pump outlet: 100 mm inside diameter

best - diameter ratio 0.2:1 min. 100 ft. 0.5 ft. if 0.5 ft. instead of 100 ft. min. 100 ft.  
 1) - diameter ratio 0.2:1 min. 100 ft. 0.5 ft. if 0.5 ft. instead of 100 ft. min. 100 ft.  
 2) - diameter ratio 0.2:1 min. 100 ft. 0.5 ft. if 0.5 ft. instead of 100 ft. min. 100 ft.  
 3) - diameter ratio 0.2:1 min. 100 ft. 0.5 ft. if 0.5 ft. instead of 100 ft. min. 100 ft.

Pu = rated motor output

Lp = length of pump

Lm = length of motor

L = overall length of unit

RV = check valve

MW = inside diameter

ND = rated pressure

## FÜR BRUNNEN AB 8" DIAM.

80 bis 220-575 Volt 7)

3450 Liter.

7 andere Spannungen auf Anfrage

1) O-Durchmesser des Apparates einsch. Einseilkabel 100 mm

2) nur für 6,5:1 Dreh- und Autotransformerschluss, min. 300 Volt

3) 3-phasig 380 Volt

Pumpenausgang: 100 mm

best - Durchmesser Verhältnis 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. wenn 0,5 m. anstelle von 100 m.  
 1) - Durchmesser Verhältnis 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. wenn 0,5 m. anstelle von 100 m.  
 2) - Durchmesser Verhältnis 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. wenn 0,5 m. anstelle von 100 m.  
 3) - Durchmesser Verhältnis 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. wenn 0,5 m. anstelle von 100 m.

Pu = Nennleistung des Motors

Lp = Länge der Pumpe

Lm = Länge des Motors

L = Gesamtlänge des Aggregats ND = Nenndruck

RV = Rückschlagventil

MW = Innendurchmesser

ND = Nennspannung

## POUR Puits A PARTIR DE 8" DIAM.

80 gpm, 220-575 Volt 7)

3450 litres.

7 autres tensions sur demande

1) O-diamètre du groupe y compris câble simple pour 440 V

2) uniquement pour démarrage auto ou auto-transformateur

3) à partir de 380 V

Sortie de pompe: 100 mm Ø int.

best - rapport de diamètre 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. si 0,5 m. au lieu de 100 m.  
 1) - diamètre du groupe incl. câble simple pour 440 V  
 2) - rapport de diamètre 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. si 0,5 m. au lieu de 100 m.  
 3) - rapport de diamètre 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. si 0,5 m. au lieu de 100 m.

Pu = puissance nominale du moteur

Lp = longueur de la pompe

Lm = longueur du moteur

L = longueur totale de groupe

RV = clapet de retour

MW = diamètre nominal

ND = pression nominale

## PARA POZOS A PARTIR DE 8" DIAM.

80 gpm, 220-575 volt 7)

3450 Liters.

7 otras tensiones a demanda

1) O-diametro del grupo incl. cable simple para 440 V

2) a partir de 380 V, solo arranque directo auto transformador

3) a partir de 380 V

Salida de bomba: 100 mm Ø int.

best - relación de diámetro 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. si 0,5 m. en lugar de 100 m.  
 1) - diámetro del grupo incl. cable simple para 440 V  
 2) - relación de diámetro 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. si 0,5 m. en lugar de 100 m.  
 3) - relación de diámetro 0,2:1 min. 100 m. 0,5 m. si 0,5 m. en lugar de 100 m.

Pu = Potencia del motor

Lp = Largo de la bomba

Lm = Largo del motor

L = Largo total del grupo

RV = Válvula de ret.

MW = diámetro nom.

ND = presión nom.

11

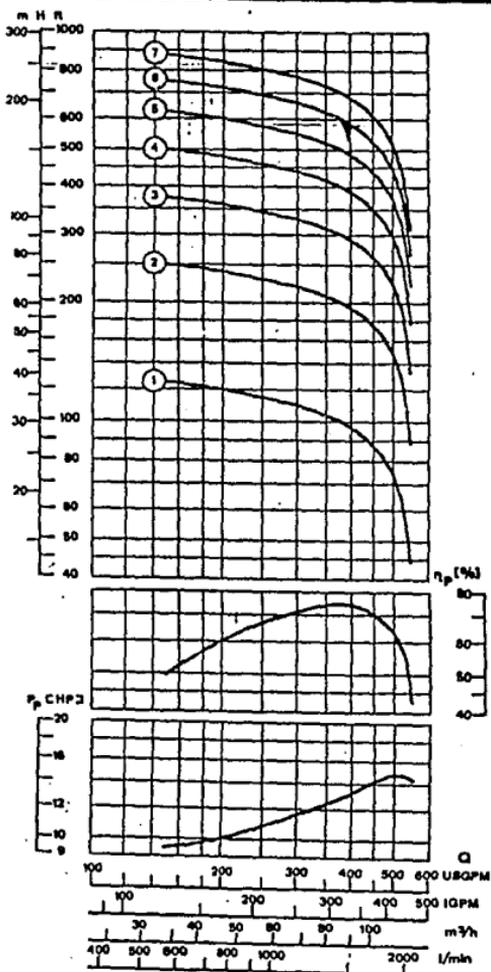
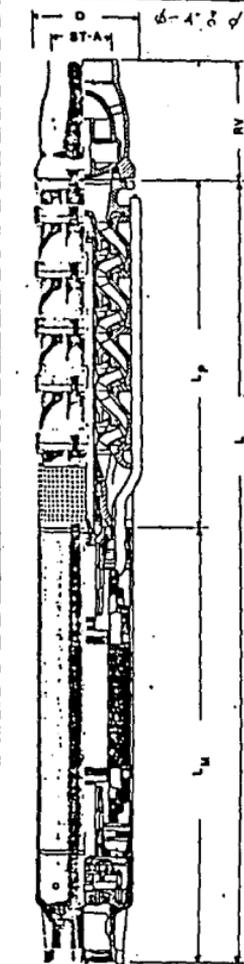


PLEUGER PUMPS  
POMPS PLEUGER  
BOMBAS PLEUGER

P83

60 cycles 3450 r. p. m.  
60 Hz 3450 U/min  
60 ciclos 3450 r. p. m.

V  
2518



- |              |                           |       |  |
|--------------|---------------------------|-------|--|
| $\eta_p$ [%] | • Pump efficiency         | $P_p$ | • Power input for 1 stage (PP)               |
|              | • Rendement des pompes    |       | • Leistungsbetrag der Pumpe für 1 Stufe (PS) |
|              | • Rendement de la pompe   |       | • Force requise pour 1 étage (CV)            |
|              | • Rendimiento de la bomba |       | • Potencia requerida para 1 etapa (CV)       |

TECHNICAL DATA Type P 83				TECHNISCHE DATEN P 83				DONNÉES TECHNIQUES Type P 83				DATOS TÉCNICOS Tipo P 83																											
Over-No. Serial-No. No. de serie No. de pedido	Type Pump + Motor Type Pompe + Moteur Tipo Bomba + Motor	PS HP CV	L	Lp	Ld	D N	weight kg	Pumping capacity and delivery head				PS	L	Lp	Ld	D N	Over Pump No	Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación																					
								0	188	260	340	375	410	450	500	URCP	PS	L	Lp	Ld	D N	Over Pump No	0	42	58	77,2	83,2	91,	102,2	113,6	"								
								0	184	216	233	312	341	375	418	EGPA	PS	L	Lp	Ld	D N	Over Pump No	0	700	984	1237	1419	1532	1703	1893	"								
FOR WELLS OF 8 1/2" diam. diameter								Pumping capacity and delivery head				PS <td colspan="4">L <td colspan="4">Lp <td colspan="4">Ld <td colspan="4">D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td></td></td></td></td>				L <td colspan="4">Lp <td colspan="4">Ld <td colspan="4">D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td></td></td></td>				Lp <td colspan="4">Ld <td colspan="4">D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td></td></td>				Ld <td colspan="4">D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td></td>				D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td>				Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td>				Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación			
8243	PS3-1+V 8-81		16	49	12	27	7 1/2	188	126	121	113	106	101	95,5	87,5	74,5	best	118	1200	216	600	198	90	43,1	34,8	34,3	32	36,1	29	26,7	22,7	"							
8248	PS3-2+V 8-74		22	63	17	48	7 1/2	271	276	342	227	210	201	191	175	148	best	24	1365	425	1170	186	123	54	73,3	66	64	61,2	58	52,6	43,2	"							
8247	PS3-3+V 8-58		46	81	20	42	7 1/2	348	411	383	340	315	302	288	263	223	best	23	1540	519	1075	188	158	128	110	104	94	82	87	80	66	"							
8246	PS3-2+V 8-88		80	74	25	48	8 1/2	430	453	483	453	420	403	381	351	297	best	45	1885	630	1255	188	195	168	147	138	129	123	116	107	90,2	"							
8248	PS3-S+VT 8-30	3	78	120	28	81	7 1/2	674	690	804	566	525	503	478	438	372	best	58	2043	748	2300	198	283	210	184	173	160	154	143	134	113	"							
8250	PS3-S+VT 8-30	3	80	125	34	81	7 1/2	648	630	728	680	631	604	577	528	448	best	66	2180	860	2200	186	283	232	232	221	207	192	184	174	160	136	"						
8251	PS3-7+VT 8-80	3	108	136	38	86	7 1/2	818	866	843	783	736	708	667	614	520	best	77	2472	878	2500	199	271	294	256	242	224	216	203	187	156	"							
FOR WELLS OF 10" diam. diameter								Pumping capacity and delivery head				PS <td colspan="4">L <td colspan="4">Lp <td colspan="4">Ld <td colspan="4">D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td></td></td></td></td>				L <td colspan="4">Lp <td colspan="4">Ld <td colspan="4">D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td></td></td></td>				Lp <td colspan="4">Ld <td colspan="4">D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td></td></td>				Ld <td colspan="4">D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td></td>				D N <td colspan="4">Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td> </td>				Over Pump No <td colspan="4">Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación</td>				Förderung und Förderhöhe Caudal y altura de elevación Caudal y altura de elevación			
								0	188	260	340	375	410	450	500	URCP	PS	L	Lp	Ld	D N	Over Pump No	0	42	58	77,2	83,2	91,	102,2	113,6	"								
								0	184	216	233	312	341	375	418	EGPA	PS	L	Lp	Ld	D N	Over Pump No	0	700	984	1237	1419	1532	1703	1893	"								
8252	PS3-S+V 10-88		78	88	28	87	8 1/2	680	690	804	566	525	503	478	438	372	best	56	2180	748	1430	230	283	210	184	173	160	154	143	134	113	"							
8253	PS3-S+V 10-76		80	88	34	81	8 1/2	661	636	728	680	631	604	572	526	446	best	66	2410	680	1530	230	286	232	221	207	192	184	174	160	136	"							
8254	PS3-7+V 10-80	3	108	102	38	86	8 1/2	723	866	848	783	736	708	667	614	520	best	77	2625	878	1430	230	226	294	256	242	224	216	203	187	156	"							

FOR WELLS OF 8 1/2" diam. diameter  
80 cycles, 220-675 Wt %  
3430 rpm.

1) only surface on motor  
2) 8 1/2" diam. diameter and 80 cycles up to 440 cycles  
3) for test and maintenance work use 200 test  
4) use 300 test

3-4= delivery valve, 1-2, 3, 4= 1" or 1 1/2"  
3-4= 1" or 1 1/2" or 2" or 3" or 4" or 6"  
3-4= 1" or 1 1/2" or 2" or 3" or 4" or 6"  
3-4= 1" or 1 1/2" or 2" or 3" or 4" or 6"

PS = radial motor output  
L = length of pump  
Lp = length of motor  
Ld = overall length of unit

RV = shaft valve  
SW = shaft diameter  
ND = radial pressure

FOR BRANCH AS 8 1/2" INCH  
80 Hz, 220-675 Wt %  
3430 rpm.

1) only surface on motor  
2) 8 1/2" diam. diameter and 80 cycles up to 440 cycles  
3) for test and maintenance work use 200 test  
4) use 300 test

3-4= delivery valve, 1-2, 3, 4= 1" or 1 1/2"  
3-4= 1" or 1 1/2" or 2" or 3" or 4" or 6"  
3-4= 1" or 1 1/2" or 2" or 3" or 4" or 6"

PS = horizontal motor output  
L = length of pump  
Lp = length of motor  
Ld = overall length of unit  
RV = shaft valve  
SW = shaft diameter  
ND = radial pressure

FOR PLITS A PARTIR DE 8 1/2" INCH  
80 Hz, 220-675 Wt %  
3430 rpm.

1) only surface on motor  
2) 8 1/2" diam. diameter and 80 cycles up to 440 cycles  
3) for test and maintenance work use 200 test  
4) use 300 test

3-4= delivery valve, 1-2, 3, 4= 1" or 1 1/2"  
3-4= 1" or 1 1/2" or 2" or 3" or 4" or 6"  
3-4= 1" or 1 1/2" or 2" or 3" or 4" or 6"

PS = horizontal motor output  
L = length of pump  
Lp = length of motor  
Ld = overall length of unit  
RV = shaft valve  
SW = shaft diameter  
ND = radial pressure

PARA POZOS A PARTIR DE 8 1/2" INCH  
80 Hz, 220-675 Wt %  
3430 rpm.

1) only surface on motor  
2) 8 1/2" diam. diameter and 80 cycles up to 440 cycles  
3) for test and maintenance work use 200 test  
4) use 300 test

3-4= delivery valve, 1-2, 3, 4= 1" or 1 1/2"  
3-4= 1" or 1 1/2" or 2" or 3" or 4" or 6"  
3-4= 1" or 1 1/2" or 2" or 3" or 4" or 6"

PS = horizontal motor output  
L = length of pump  
Lp = length of motor  
Ld = overall length of unit  
RV = shaft valve  
SW = shaft diameter  
ND = radial pressure

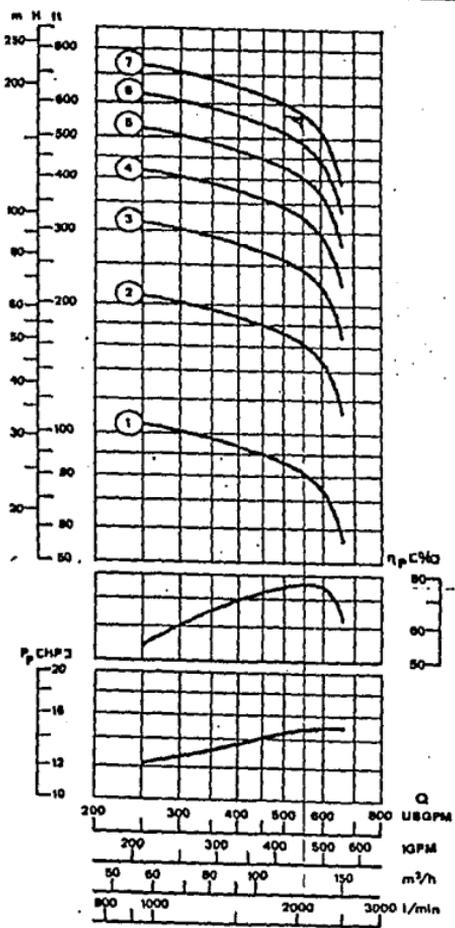
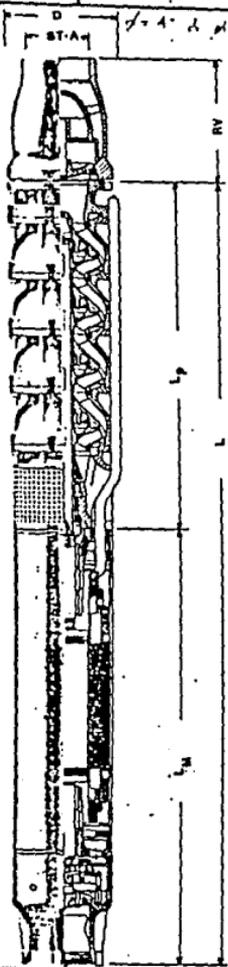


PLEUGER PUMPS  
POMES PLEUGER  
BOMBAS PLEUGER

# P84

60 cycles 3450 r.p.m.  
60 Hz 3450 l/min  
60 ciclos 3450 r.p.m.

V  
2519



- $\eta_p$  (%)
- Pp (kW)
- Pump efficiency
- Pumpenspezifität
- rendement de la pompe
- eficiencia de la bomba
- Power input per 1 stage (Pp)
- Leistungsbedarf der Pumpe für 1 Stufe (Pp)
- Farax requise pour 1 stage (Pp)
- Potencia requerida para 1 etapa (Pp)

TECHNICAL DATA Type P 84				TECHNISCHE DATEN P 84				DONNEES TECHNIQUES Type P 84				DATOS TECNICOS Tipo P 84																					
Order-No. Bestell-Nr. No. de com. No. de pedido	Type: Pump + Motor Typ: Pumpe + Motor Type: Bomba + Motor	Flt MP PS CV	L	LP	LM	D1	Weight	Pumping capacity and delivery head				Flt	L	LP	LM	D1	Gen. Power Pass No	Fountain and Fountains Pumping capacity and delivery head abat el hauteur manométrique caudal y altura de succión															
								0	275	365	495	550	605	660	ICPM	For Brunnen ab 8" L.W. POUR PUTS 8" diamètre int. PARA POZOS 8" diámetro int.	0	62,5	87,4	112,4	124,9	137,4	148,9										
FOR WELLS OF 8" dia. diameter								0	275	321	412	458	504	550	ICPM	For Brunnen ab 8" L.W. POUR PUTS 8" diamètre int. PARA POZOS 8" diámetro int.	0	62,5	87,4	112,4	124,9	137,4	148,9										
8235	P 84-1-VHS-57		17	51	12	38	7 1/2	212	126	102	85	67	61	73	345,5	best	12,5	1310	310	1000	188	98	34,4	31,4	20,9	28,4	24,8	22,5	17,2				
8236	P 84-1-VHS-60		24	54	18	38	7 1/2	208	232	208	190	173	163	148	113	best	25	1275	400	875	188	131	77	63	58	53	49,8	44,5	34,4				
8237	P 84-3-VHS-60		30	68	20	46	7 1/2	384	378	328	255	240	244	219	188	best	37	1850	515	1175	188	174	119	96	87	78	74,3	67	51,5				
8238	P 84-4-VHS-75		70	77	25	52	7 1/2	470	504	412	380	348	328	292	228	best	52	1855	630	1325	188	213	164	126	116	106	99,3	88	88				
8238	P 84-5-VHS-50	9	85	120	29	61	7 1/2	624	630	518	475	433	407	343	282	best	83	2045	745	2300	198	283	192	157	145	132	124	111	88				
8240	P 84-6-VHS-80	9	100	132	34	66	7 1/2	730	738	618	570	519	489	439	336	best	75	2380	860	2500	198	331	221	188	174	168	149	134	103				
8261	P 84-7-VHS-66	9	115	143	38	105	7 1/2	819	842	721	665	606	570	512	395	best	85	2635	975	2980	198	371	249	220	203	185	174	158	121				
FOR WELLS OF 10" dia. diameter								0	275	365	485	550	605	660	ICPM	For Brunnen ab 10" L.W. POUR PUTS 10" diamètre int. PARA POZOS 10" diámetro int.	0	62,5	87,4	112,4	124,9	137,4	148,9										
								0	229	321	412	458	504	550	ICPM		0	1041	1457	1874	2082	2290	2496										
8262	P 84-5-V10-80		85	88	29	57	9 1/4	580	630	515	475	433	407	345	282	best	43	2185	745	1450	230	263	163	157	145	132	124	111	88				
8263	P 84-6-V10-70		100	85	34	61	9 1/4	651	736	618	570	519	489	438	338	best	75	2410	860	1550	230	295	231	188	174	168	149	134	103				
8264	P 84-7-V10-80	9	115	100	38	85	9 1/4	723	843	721	665	606	570	513	395	best	85	2625	975	1650	230	328	249	220	203	188	174	158	121				

FOR WELLS OF 8" (10" dia. diameter  
80 cycles, 220-575 volt. \*)  
3450 rpm.

\*) other voltages on request  
\*) D = Max. diameter incl. one cable for 640 volt  
\*) HW for 6.61 and auto-transformer start, max. 300 volt  
\*) max. 360 volt

SI-A = Schache auf:

NPT 4", BSPT 4" or R 4"  
Range C" HW 100-16 or HW 100-16 HQ  
S" HW 125-16 HQ

Flt = rated motor output  
LP = length of pump  
LM = length of motor  
L = overall length of unit  
HW = overall height  
HQ = overall height

FÜR BRUNNEN AB 8" (10" L.W.  
80 Hz, 220-575 Volt. \*)  
3450 U/min.

\*) andere Spannungen auf Anfrage  
\*) D=Querschnitt des Aggregats mit einem Durchmesser 140 Volt  
\*) HW für 6,61- und Autotransformerschaltung ab 300 Volt  
\*) bis 360 V

SI-A = Steigerrichtung: R 4", HW 100; HO 16; HQ  
R 5", HW 125; HO 16

Flt = Nennleistung des Motors  
LP = Länge der Pumpe  
LM = Länge des Motors  
L = Gesamtlänge  
HW = Gesamthöhe  
HQ = Gesamthöhe

POUR PUTS A PARTIR DE 8" (10" L.W.  
80 Hz, 220-575 V. \*)  
3450 rpm

\*) autres tensions sur demande  
\*) D = diamètre du groupe y compris câble simple pour 640 V  
\*) HW = 6,61 avec auto-transformateur ab 300 volts  
\*) à partir de 360 V

SI-A = Record de type de roulement: Flt R 4" ou NPT 4"  
Bnde 4" HW 100-HO 16 ou HO HQ  
Flt R 5" ou NPT 5"  
Bnde 5" HW 125-HO 16

Flt = puissance nominale du moteur  
LP = longueur de la pompe  
LM = longueur du moteur  
L = longueur totale du groupe  
HW = hauteur de référence  
HQ = diamètre nominal  
HO = pression nominale

PARA POZOS A PARTIR DE 8" (10" L.W.  
80 ciclos, 220-575 voltios. \*)  
3450 r.p.m.

\*) otras tensiones a demanda  
\*) D = diámetro del grupo incl. cable simple para 640 voltios  
\*) HW de 6,61 con auto-transformador ab 300 voltios  
\*) a partir de 360 V

SI-A = Conexión a tubería: Record R 4" o NPT 4"  
Bnde 4" HW 100-HO 16 o HO HQ  
Record R 5" o NPT 5"  
Bnde 5" HW 125-HO 16

Flt = Potencia del motor  
LP = Longitud de la bomba  
LM = Largo del motor  
L = Largo total del grupo  
HW = Altura de referenc.  
HQ = diámetro nominal  
HO = presión nominal

15

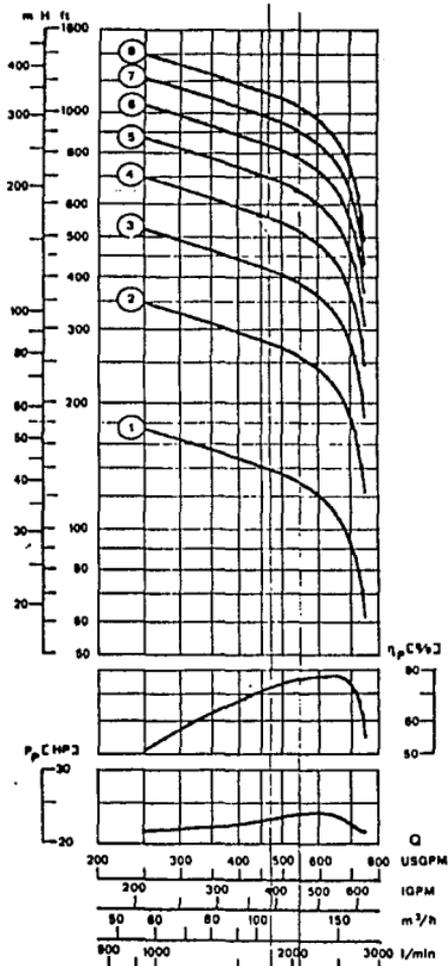
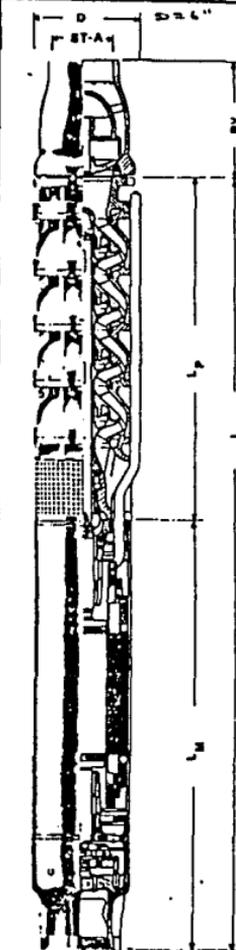


PLEUGER - PUMPEN  
 PLEUGER PUMPS  
 POMPES PLEUGER  
 BOMBAS PLEUGER

P101

60 Hz 3450 U/min  
 60 cycles 3450 r.p.m.  
 60 Hz 3450 U/min  
 60 ciclos 3450 r.p.m.

V  
 2522



- $\eta_p$  [ % ]       $P_p$
- Bomb efficiency
  - Rendement hydraulique
  - Rendement de la pompe
  - Rendement de la bombe
  - Power input for 1 stage (PII)
  - Longueur de l'axe des Pumpes par 1 Stage (PII)
  - Force requise pour 1 Stage (CV)
  - Potencia requerida para 1 stage (CV)

TECHNICAL DATA Type P 101				TECHNISCHE DATEN P 101				DONNEES TECHNIQUES Type P 101				DATOS TECNICOS Tipo P 101																		
Designation Bezeichnung No de serie	Type Typ	Pump + Motor Pumpe + Motor	Flow CY	L inch	LP inch	LS inch	D1 inch	Weight lbs	Pumping capacity and delivery head				Flow m <sup>3</sup> /h	L mm	LP mm	LS mm	D1 mm	Weight kg	Pumping capacity and delivery head debit et hauteur manométrique caudal y altura de elevación											
FOR WELLS OF 10" diameter									LBS/CM				FOR BOREHOLE OF 10" I.D. POUR Puits PARA POZOS 10" diameter min.				LBS/CM				FOR BOREHOLE OF 10" I.D. POUR Puits PARA POZOS 10" diameter min.									
0 310 425 560 620 680 750									0 258 262 466 516 566 624				0 70 99 127 141 154 170				0 1173 1646 2120 2347 2574 2829													
8205	P 101-1-V16-N	9	28	82	15	47	87%	302	713	102	143	127	117	109	67	test	21	11575	280	1195	242	82	65	48	4	43.7	38	36.5	30.8	14.9
8206	P 101-2-V16-80	9	56	67	21	46	87%	443	626	324	267	256	233	201	124	test	40	11700	525	1175	248	125	120	98	18.75	28	21	81	137.7	
8207	P 101-3-V16-70	9	85	88	28	61	87%	685	828	486	430	382	350	301	186	test	60	12200	700	1550	248	212	186	148	13.8	116	107	91.5	56.5	
8208	P 101-4-V16-80	9	110	98	34	85	87%	796	882	648	573	509	466	401	248	test	80	12505	855	1850	248	242	290	198	175	136	142	122	73.5	
FOR WELLS OF 12" diameter									LBS/CM				FOR BOREHOLE OF 12" I.D. POUR Puits PARA POZOS 12" diameter min.				LBS/CM				FOR BOREHOLE OF 12" I.D. POUR Puits PARA POZOS 12" diameter min.									
0 310 425 560 620 680 750									0 258 262 466 516 566 624				0 70 99 127 141 154 170				0 1173 1646 2120 2347 2574 2829													
8209	P 101-5-V12-70	126	112	40	72	10.5	1232	1065	610	717	627	583	501	309	test	100	12680	1010	1820	267	376	325	247	218	184	178	153	94.5		
8270	P 101-6-V12-80	186	127	48	81	10.5	1371	1279	672	880	784	688	602	371	test	120	13210	1185	2056	267	416	390	296	282	233	213	182	113		
FOR WELLS OF 14" diameter									LBS/CM				FOR BOREHOLE OF 14" I.D. POUR Puits PARA POZOS 14" diameter min.				LBS/CM				FOR BOREHOLE OF 14" I.D. POUR Puits PARA POZOS 14" diameter min.									
0 310 425 560 620 680 750									0 258 262 466 516 566 624				0 70 99 127 141 154 170				0 1173 1646 2120 2347 2574 2829													
8271	P 101-7-V14-80	180	131	53	78	11.5	1686	1491	1134	1022	891	818	702	433	test	140	13740	1320	1880	318	516	445	346	308	272	249	214	132		
8272	P 101-8-V14-80	220	140	58	82	11.5	1837	1704	1286	1147	1019	923	802	486	test	160	13996	1475	2080	318	580	520	385	350	311	284	245	151		

FOR WELLS OF 10"/12" diameter  
60 cycles, 280-1000 vol. %  
3450 rpm.

\* other ratings on request  
1.0" max. diameter rod and cable for 4WD test  
1.270-575 vol.  
1.380-575 vol.

SI-4 - discharge capacity: MPT 6", ESPT 6" or R 6"  
MPT 6", ESPT 6" or R 6"  
temp: MW 05-HO 16 or MW 05-HO 40  
MW 05-HO 16 or MW 05-HO 40

Flow - débit mètre automatique  
LP - length of pump  
LS - length of motor  
L - overall length of unit  
RW - check valve  
MW - inside diameter  
HO - inside pressure

FÜR BRUNNEN AB 10"/12" I.D.  
60 Hz, 280-1000 Volt %  
3450 U/min.

\* andere Spannungen auf Anfrage  
Typ-Durchmesser des Aggregats sowie Schachttiefe 1" mit Volt  
1.270-575 Volt  
1.380-575 Volt

SI-4 - Saugstromfähigkeit: A 6" R 6"  
MW 05-HO 16, HO 40  
MW 05-HO 16, HO 40

Flow - Durchflussmenge des Motors  
LP - Länge der Pumpe  
LS - Länge des Motors  
L - Gesamtlänge des Aggregats  
RW - Ventilschloss  
MW - Innendurchmesser  
HO - Innendruck

POUR Puits à PARTIR DE 10"/12" I.D.  
60 cycles, 280 à 1000 V. %  
3450 U/min.

\* autres tensions sur demande  
1.2" de diamètre de grilles et diamètre câble limite pour 440 V  
1.270 à 575 V  
1.380 à 575 V

SI-4 - Capacité de tirage de débit: MPT 6" ou RPT 6"  
MPT 6" ou RPT 6"  
temp: MW 05-HO 16 ou HO 40  
MW 05-HO 16 ou HO 40

Flow - débit mètre automatique  
LP - longueur de la pompe  
LS - longueur du moteur  
L - longueur totale de l'unité  
RW - clapet de retenue  
MW - diamètre nominal  
HO - pression nominale

PARA POZOS A PARTIR DE 10"/12" I.D.  
60 ciclos, 280-1000 voltaje %  
3450 r.p.m.

\* otros voltajes a demanda  
1.2" de diámetro de grillas y diámetro cable límite para 440 V  
1.270-575 V  
1.380-575 V

SI-4 - Capacidad de bombeo: Rosca R 6" o MPT 6"  
Rosca R 6" o MPT 6"  
temp: MW 05-HO 16 o HO 40  
MW 05-HO 16 o HO 40

Flow - Flujo de agua  
LP - Largo de la bomba  
LS - Largo del motor  
L - Largo total de la unidad  
RW - Válvula de retención  
MW - diámetro nominal  
HO - presión nominal

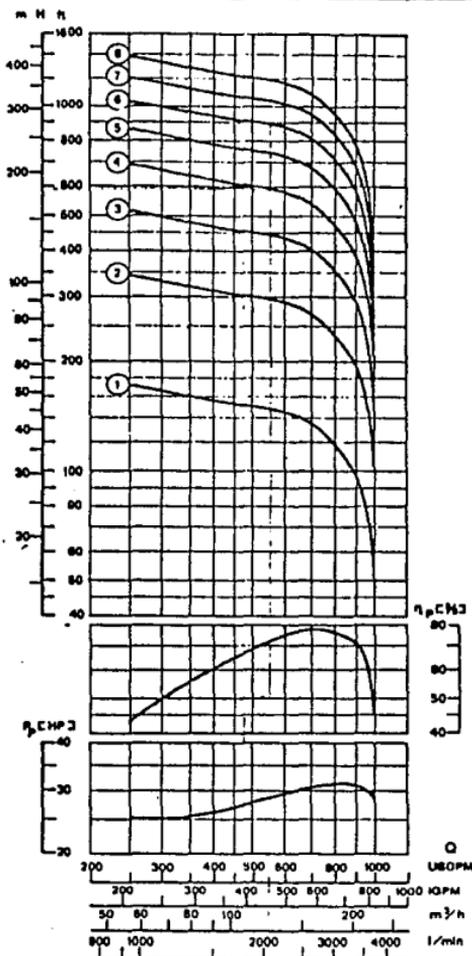
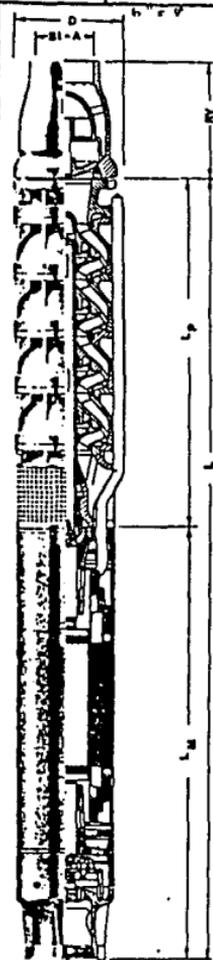


PLEUGER - PUMPER  
 PLEUGER PUMPS  
 POMPES PLEUGER  
 BOMBAS PLEUGER

P102

30 Hz 3450 U/min  
 60 cycles 3450 r.p.m.  
 60 Hz 3450 U/min  
 60 ciclos 3450 r.p.m.

V  
2523



- $\eta_p$  [%]      Pp
- pump efficiency
  - rendement de la pompe
  - rendimento de la bomba
  - Power Input for 1 stage (P1)
  - l'entrainement par Pompe (r 1 Stufe (P1))
  - l'energia richiesta per 1 Stufe (CV)



**A.3.2 MEMORIA DE CALCULO EQUIPAMIENTO MECANICO DEL POZO No. 2  
Y POZO E.T.A.**

De acuerdo con los aforos realizados en el pozo No.1 se tienen los siguientes datos para el reequipamiento.

	POZO No.2	POZO E.T.A.
<b>Diámetro superficial de ademe</b>	12 "	12"
<b>Nivel estático</b>	122.9 m	149.45 m
<b>Nivel dinámico</b>	127.75 m	161.34 m
<b>Profundidad actual</b>	281.63 m	300.00 m
<b>Cámara de bombeo</b>	158.73 m	150.55 m
<b>Caudal</b>	30 lps	25 lps

requiere suministrar a las línea de conducción una elevación piezométrica después de pérdidas locales y de fricción :

	POZO No.2	POZO E.T.A.
Elevación piezométrica=	2494.84 m	2506.64 m
Elevación dinámica =	2334.57 m	2335.39 m

Por lo que la carga a vencer antes de pérdidas locales y de fricción en la rama de succión es de.

H = 160.27 m y 162.65 respectivamente.

Cálculo de las pérdidas por fricción en la rama de succión.

	POZO No.2	POZO E.T.A
Longitud en la rama de succión	180 m	180 m
El gasto de diseño	0.030 m <sup>3</sup> /seg	0.025 m <sup>3</sup> /seg
El diámetro de la succión	0.1524 m	0.1524 m

De acuerdo con la secuela de cálculo descrita en el inciso A.3.1 . tenemos:

	POZO No.2	POZO E.T.A.
Velocidad (V)	1.645	1.37
viscosidad cinemática (v)	$1.3 \times 10^{-6}$	$1.3 \times 10^{-6}$
Número de Reynolds (Re)	$1.9 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5$
Rugosidad absoluta (E)	$0.02 \times 10^{-3}$	$0.02 \times 10^{-3}$
Rugosidad relativa ( $\frac{E}{D}$ )	0.00013	0.00013
f de Darcy (f)	0.017	0.017
Pendiente de fricción (S)	0.0154	0.0108
Longitud virtual adicional	109.27 m	109.27 m
Pérdidas locales	1.68 m	1.18 m
H. diseño	164.72 m	165.77 m
H en pies	540.4 ft	543.9 ft
Gasto en GPM	540.4 GPM	396.3 GPM

Se utilizaron las curvas de eficiencia de varios modelos de bombas para los rangos establecidos, seleccionando el conjunto motor bomba adecuado.

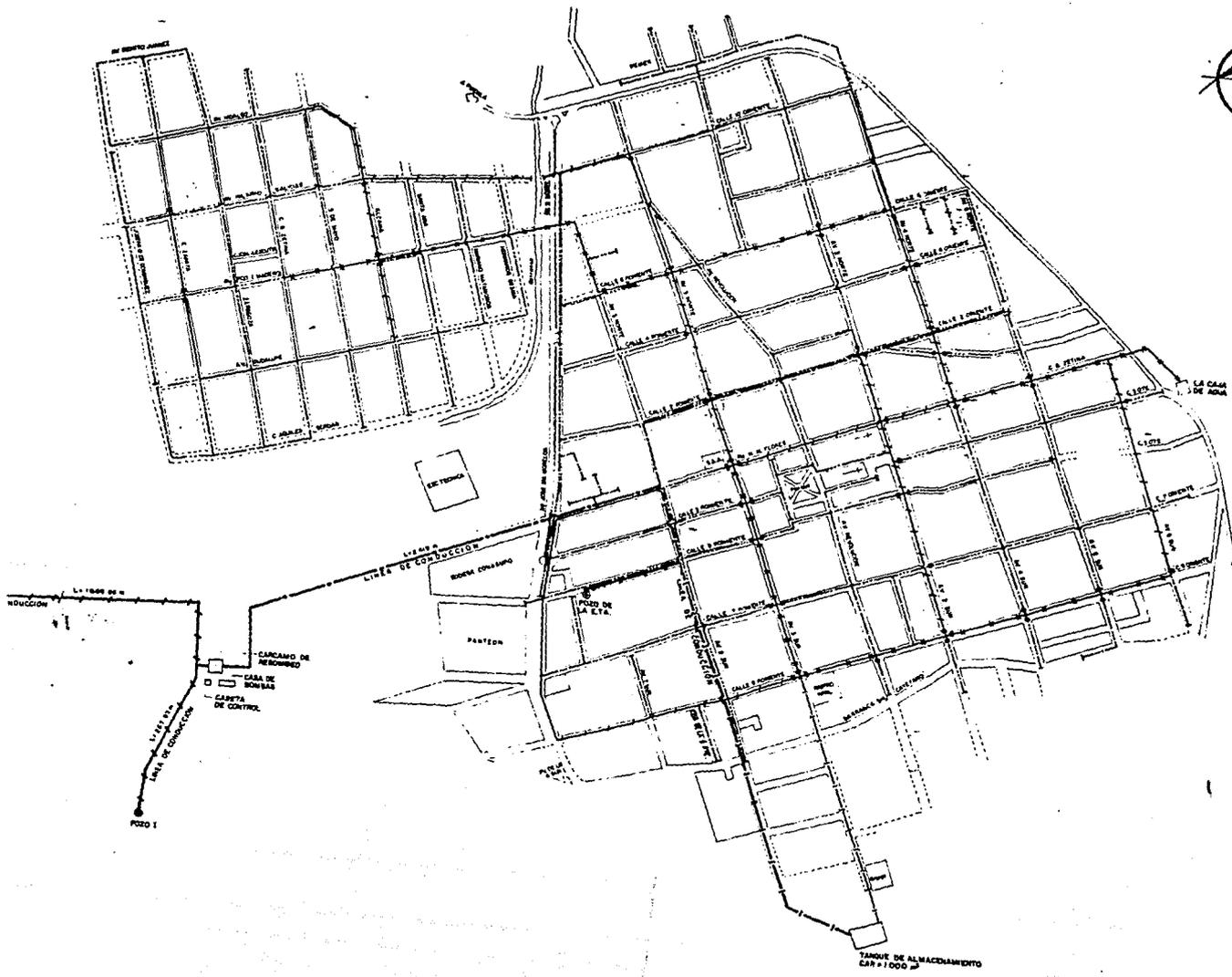
Se utilizó una bomba sumergible PLEUGER

	POZO No.2	POZO E.T.A
Modelo	V2522	V2518
Tipo (*)	P101-5 + V12-70	P83-6 + VT-8-5
No de pasos	4	6
Eficiencia	72 %	75 %
Velocidad	3450 rpm	3450 rpm
Potencia requerida	90.3 HP	72.7 HP
Potencia (**)	133.8 HP	88.3 HP
Potencia (**)	100.0 KW	66.0 KW

(\*) Bomba + motor

(\*\*) Potencia nominal de fabrica.

## 7.2 PLANOS DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

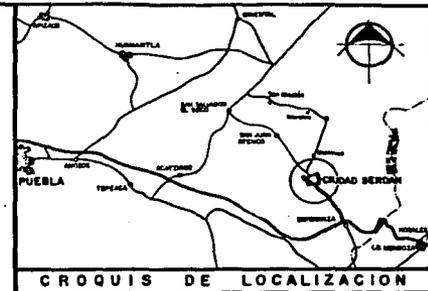
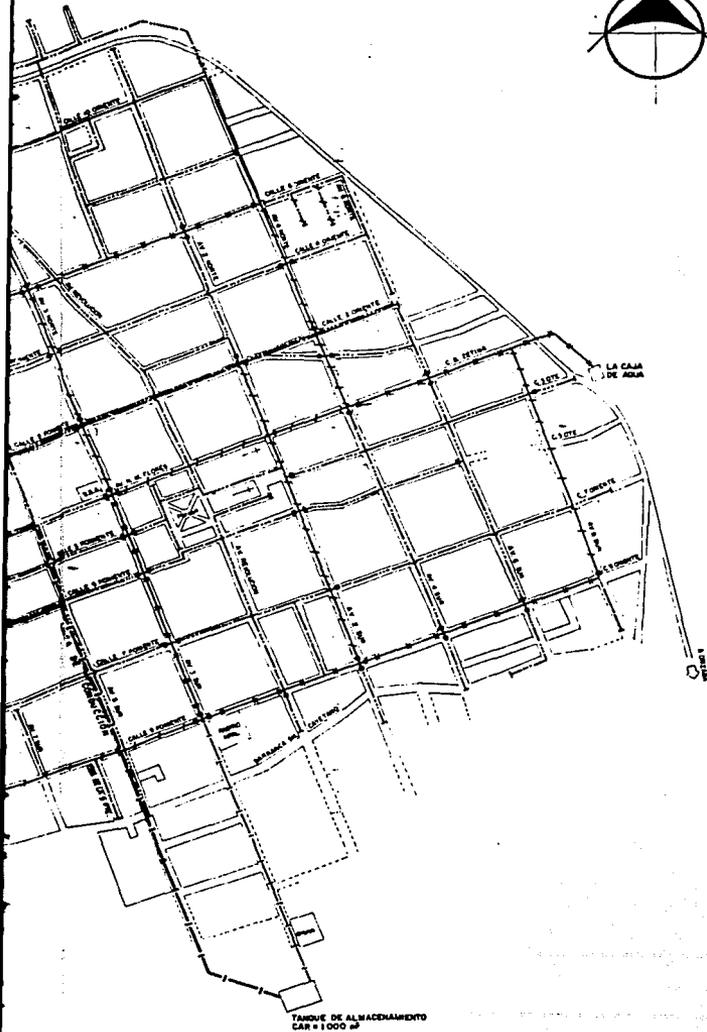


LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
 POZO I  
 CÁMERA DE CONTROL  
 CASA DE BOMBAS  
 CARRICAMIO DE RESERVOIR

LÍNEA A  
 LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
 BUNDA CERRAMBO  
 PANTERIN

TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
 CAP = 1000 m<sup>3</sup>



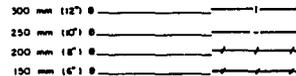


CROQUIS DE LOCALIZACION

### SIMBOLOGIA

#### RED PRIMARIA

TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO DE:

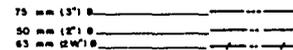


TUBERIA DE PVC DE 100 mm (4") Ø



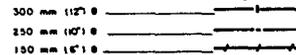
#### RED SECUNDARIA

TUBERIA DE PVC DE:



#### LINEA DE CONDUCCION

TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO DE:



PASO A DESNIVEL

TRAMO TERMINAL DE TUBERIA

VALVULA DE SECCIONAMIENTO

ESCALA GRAFICA 1:4000



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON

PROYECTO EJECUTIVO PARA REHABILITAR Y AMPLIAR  
LA RED DE AGUA POTABLE DE C.A. SEROJA, PVC.  
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA EXISTENTE

### 7.3 PLANOS DE PROYECTO EJECUTIVO

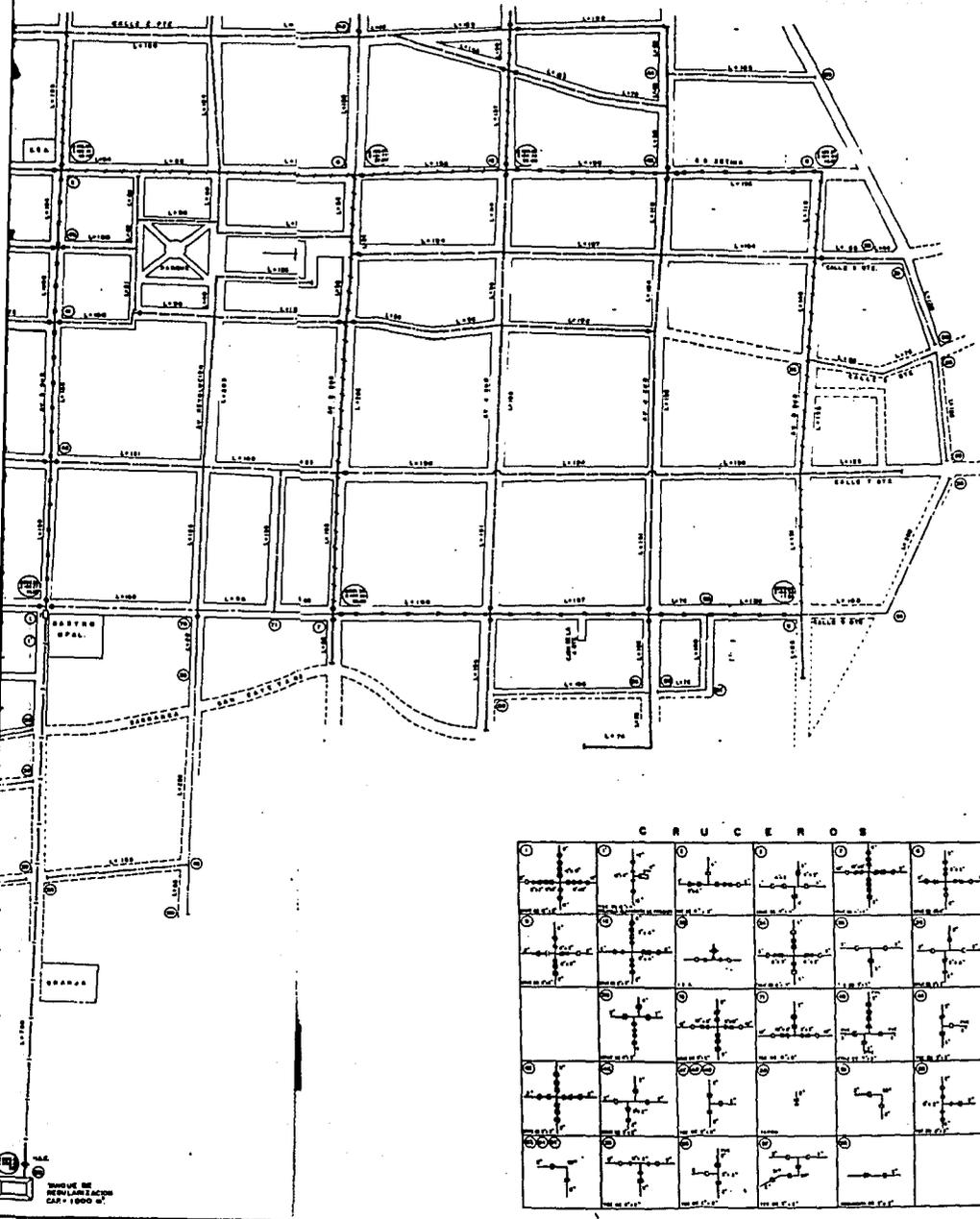




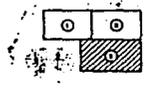








CROQUIS DE LOCALIZACION



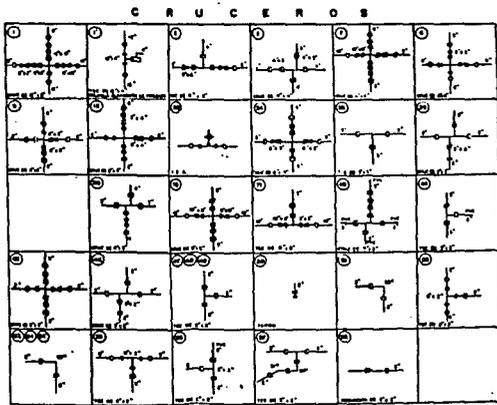
INDICE DE HOJAS

**CIUDAD BERDAN**

DATOS DE PROYECTO		
Particular anual (1990)	10 977	hac
Particular de proyecto (2000)	10 945	hac
Particular de posesion (1991)	10 900	hac
Area urbaniz.	879	m <sup>2</sup>
Area de proyecto	940	m <sup>2</sup>
Densidad urbaniz.	50	hac/ha
Densidad de proyecto	50	m <sup>2</sup> /ha
Definicion	100.0	m/100.000
Banco madre	45.0	m/100.000
Punto de desahogue	Canal de desague de Berdan	
Coordinacion	8 Poses. priv. - 1000	
Coordinacion	1990.0	m. (Banco)
Regulacion	1990	
Distribucion	Branded	

**SIMBOLOGIA**

Tubo de	EXISTENTE	1:20
200 mm (6 3/4")		---
150 mm (6")		---
100 mm (4")		---
75 mm (3")		---
50 mm (2")		---
Tubo aprobado de fabrica		---
Pase o ductos		---
Ventilador de ventilacion		---
Lampara de alumbrado de exterior		---
Regador de riego de superficie		---
Exhaustor de ventilacion		---
Colector de basura		---
Carpa de basura		---



**NOTAS:**

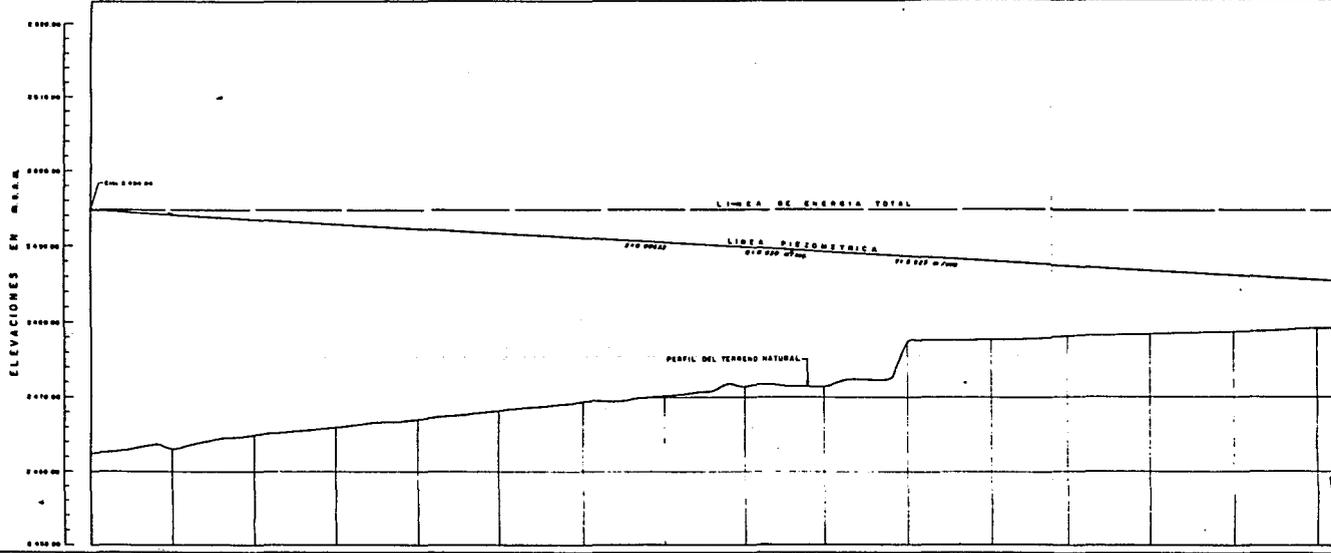
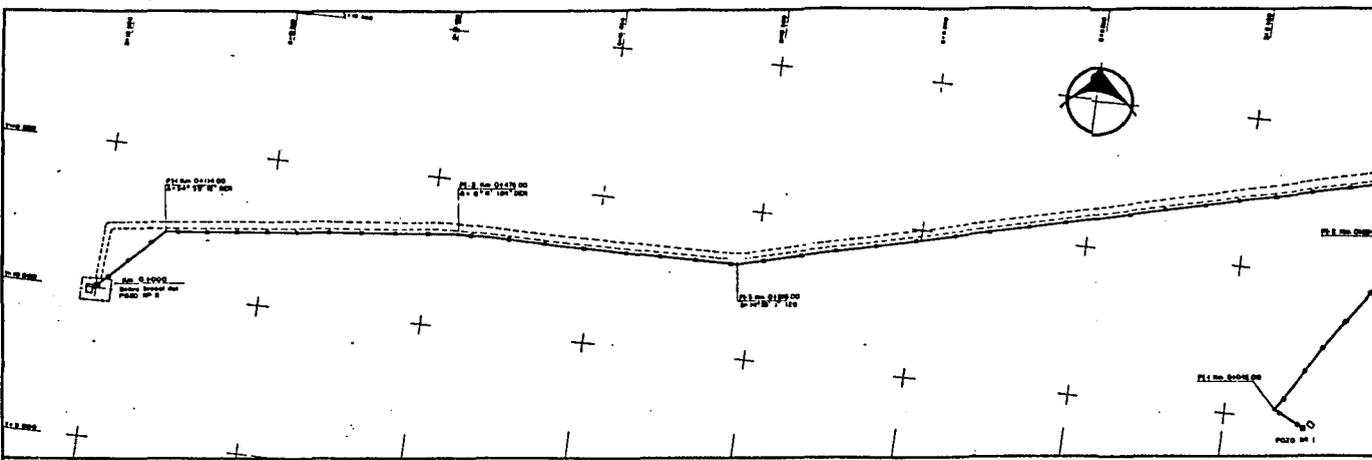
- Las tuberías de aguas sucias y los vertederos de agua se muestran con un símbolo general.
- Las tuberías que se conectan entre los símbolos (1) y (2) se muestran con el símbolo de conexión de 1" mostrado en este dibujo.
- Las tuberías de ventilación y drenaje se muestran con el símbolo (3).
- Las tuberías de agua fría y los canales de drenaje se muestran con el símbolo (4) de este dibujo.
- Las tuberías de agua fría y los canales de drenaje se muestran con el símbolo (5) de este dibujo.
- Las tuberías de agua fría y los canales de drenaje se muestran con el símbolo (6) de este dibujo.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCALA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**ARQUITECTURA**

---

**SISTEMA DE AGUA POTABLE**



POZO Nº 2		TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO DE 204 mm (10") CLASE A-3 (EXISTENTE) L=1822 m													
DIAMETRO	TIPO	ESTACION	ELEVACION												
204 mm	Asbesto-Cemento	0+00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+100	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+200	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+300	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+400	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+500	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+600	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+700	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+800	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+900	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1000	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1100	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1200	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1300	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1400	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1500	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1600	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1700	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1800	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+1900	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00
		0+2000	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00	2050.00

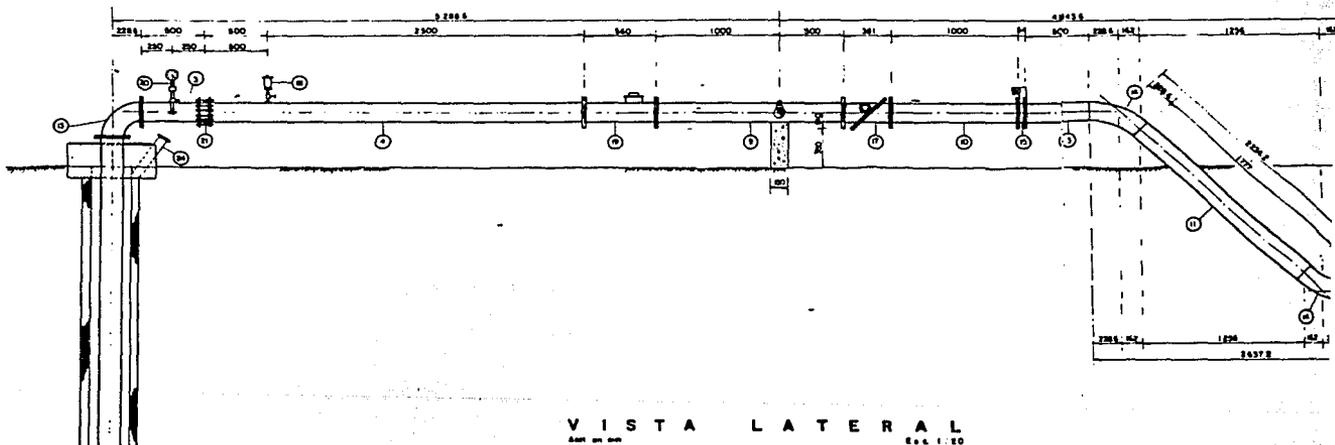
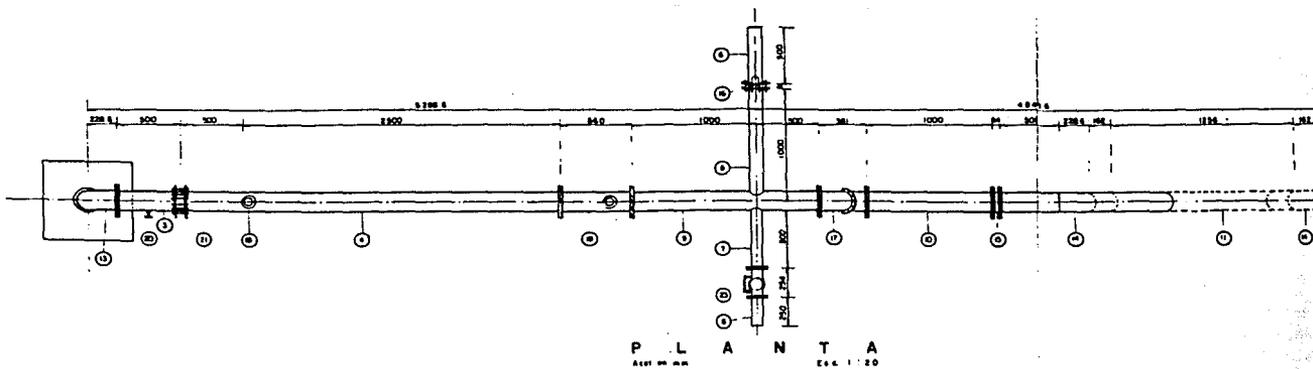
PERFILES

ESC. HOR. 1:200  
VER. 1:200

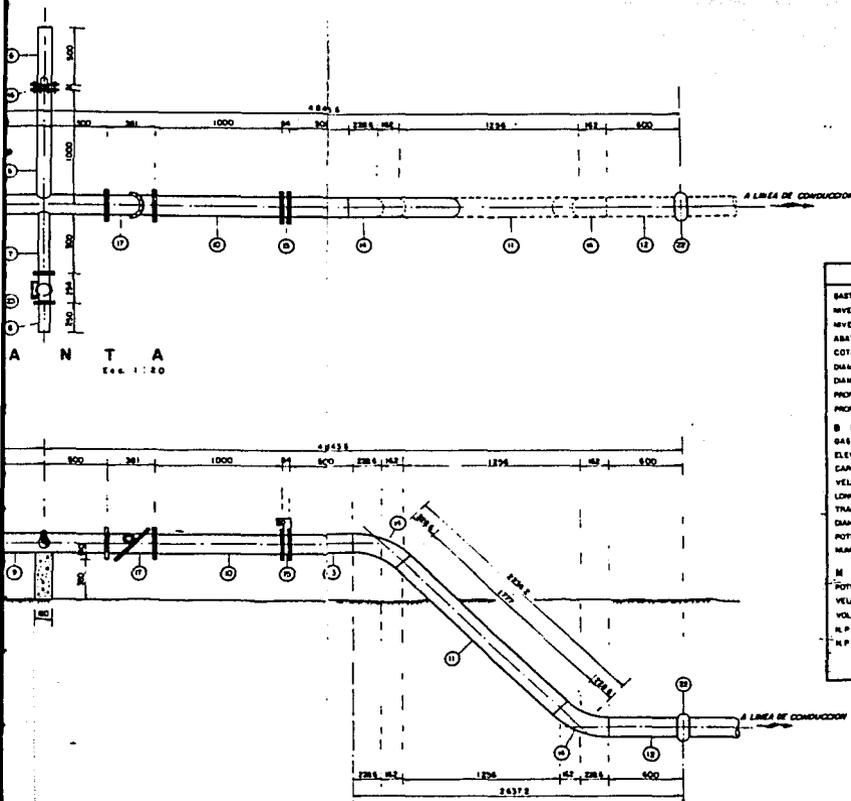




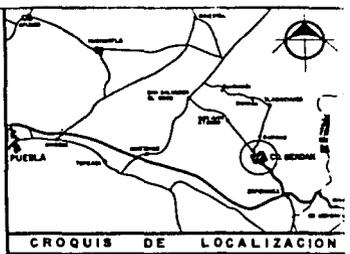




N.D. 2327 37 m



DATOS DEL POZO	
GASTO DE EXTRACCION	35 LIA.
NIVEL ESTÁTICO	2303.34 m
NIVEL DINÁMICO	2327.37 m
ABATIMIENTO	19.87 m
COTA DE BROCAL	2490.80 m
DIÁMETRO DE ADEQUE	19.90 pulgadas
DIÁMETRO DE CONTRAHEHE	23.90 pulgadas
PROFUNDIDAD DEL POZO	163.81 m
PROF. NIVEL DINÁMICO	153.13 m
<b>B O M B A</b>	
GASTO DE DISEÑO	33.00 LIA.
ELEV. PIEZOMÉTRICA	2490.02 m
CARGA DINÁMICA TOTAL	171.43 m.e.g.
VELOCIDAD	3.450 f.p.m.
LONGITUD DE LA COLUMNA	163 m
TRAMOS DE COLUMNA	630 Tramos
DIÁMETRO DE COLUMNA	6 pulgadas
POTENCIA REQUERIDA	110 HP
NOMBRE DE CUÉPONS	4 Cuépons
<b>M O T O R</b>	
POTENCIA	3.450 f.p.m.
VELOCIDAD	220 vueltas
VOLTAJE	1187 m
N.P.S.H. DISPONIBLE	1187 m
N.P.S.H. REQUERIDO	m

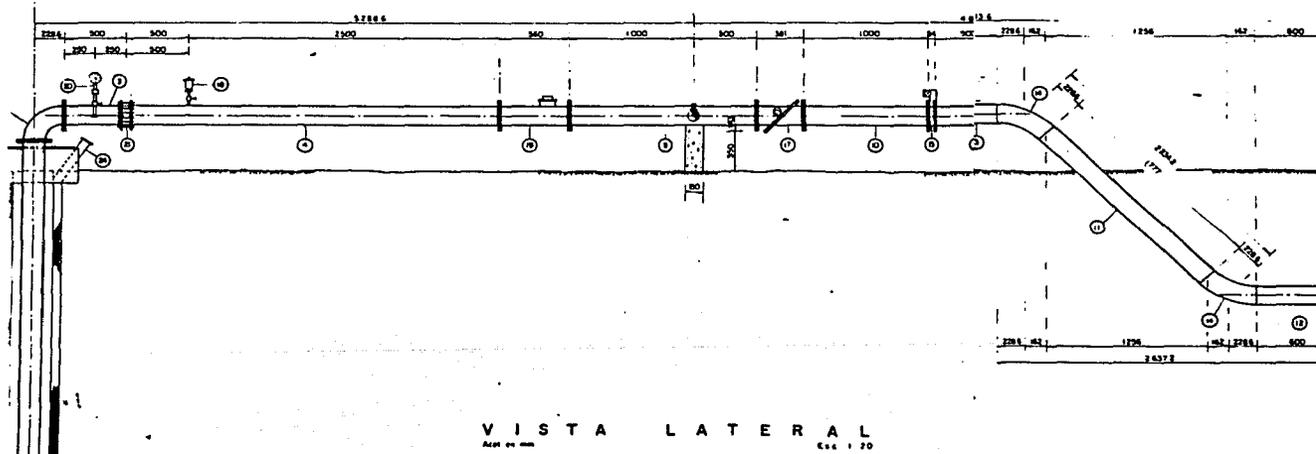
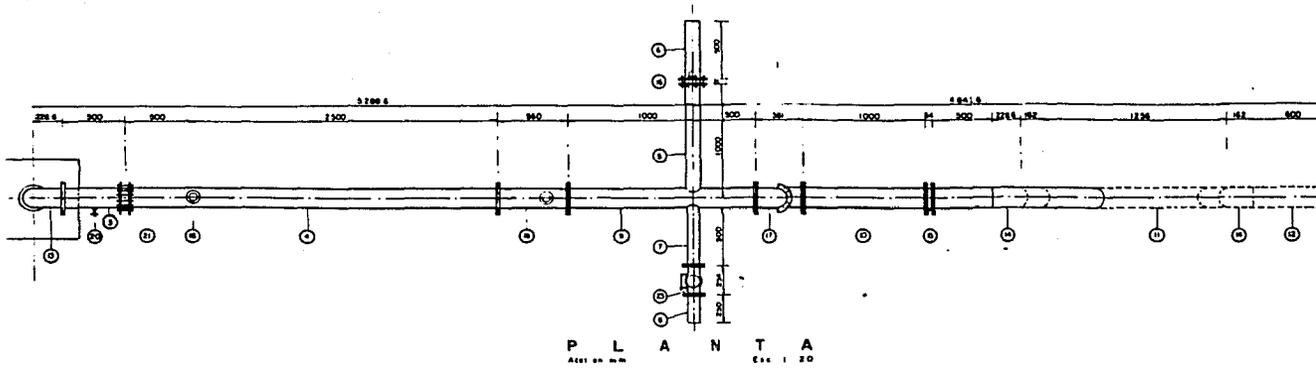


LISTA DE MATERIALES			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Barro cementado con arena para revestir, 3.125 m de altura de 152.4 mm (6") de diámetro para empacar un grado de 50 (10) y un grado de 17.43 m	Paq.	1
2	Motor eléctrico sumergible, cerrado para agua, modelo de 3300 mm, 3 fases, 4800 vueltas, 60 Hz (100 vatios de potencia)	Paq.	1
3	Extracción de agua, tipo ASTM A-53 B, de 1.91 pulgadas de diámetro, modelo C-207, con los siguientes longitudes: a) De 63.5 mm (2 1/2"), e = 4.37 mm (0.172") L: 3000 mm	Paq.	2
4	L: 3000 mm	Paq.	1
5	b) De 101.6 mm (4"), e = 4.37 mm (0.172") L: 1000 mm	Paq.	1
6	L: 500 mm	Paq.	1
7	c) De 76.2 mm (3"), e = 3.03 mm (0.087") L: 300 mm	Paq.	1
8	L: 250 mm	Paq.	1
9	Concreto de agua, tipo ASTM A-53 B, de 1.91 pulgadas de diámetro, modelo C-207, con los siguientes longitudes: a) De 63.5 mm (2 1/2"), e = 4.37 mm (0.172") con los siguientes longitudes: L: 1000 mm	Paq.	1
10	L: 500 mm	Paq.	1
11	L: 1000 mm	Paq.	1
12	Tubos de acero, tipo ASTM A-53 B, de 1.91 pulgadas (4.76), de los siguientes longitudes: L: 1777 mm	Paq.	1
13	L: 600 mm	Paq.	1
14	Cable de acero, tipo ASTM A-234 WPB, modelo 401, modelo 100 de:	Paq.	1
15	Ø 6 mm (1/4")	Paq.	1
16	Ø 8 mm (5/16")	Paq.	1
17	Ø 10 mm (3/8")	Paq.	1
18	Ø 12 mm (1/2")	Paq.	1
19	Ø 15 mm (5/8")	Paq.	1
20	Ø 20 mm (3/4")	Paq.	1
21	Ø 25 mm (1")	Paq.	1
22	Ø 30 mm (1 1/4")	Paq.	1
23	Ø 38 mm (1 1/2")	Paq.	1
24	Ø 50 mm (2")	Paq.	1
25	Ø 63.5 mm (2 1/2")	Paq.	1
26	Ø 76.2 mm (3")	Paq.	1
27	Ø 101.6 mm (4")	Paq.	1
28	Ø 127 mm (5")	Paq.	1
29	Ø 152.4 mm (6")	Paq.	1
30	Ø 177.8 mm (7")	Paq.	1
31	Ø 203.2 mm (8")	Paq.	1
32	Ø 228.6 mm (9")	Paq.	1
33	Ø 254 mm (10")	Paq.	1
34	Ø 279.4 mm (11")	Paq.	1
35	Ø 304.8 mm (12")	Paq.	1
36	Ø 330.2 mm (13")	Paq.	1
37	Ø 355.6 mm (14")	Paq.	1
38	Ø 381 mm (15")	Paq.	1
39	Ø 406.4 mm (16")	Paq.	1
40	Ø 431.8 mm (17")	Paq.	1
41	Ø 457.2 mm (18")	Paq.	1
42	Ø 482.6 mm (19")	Paq.	1
43	Ø 508 mm (20")	Paq.	1
44	Ø 533.4 mm (21")	Paq.	1
45	Ø 558.8 mm (22")	Paq.	1
46	Ø 584.2 mm (23")	Paq.	1
47	Ø 609.6 mm (24")	Paq.	1
48	Ø 635 mm (25")	Paq.	1
49	Ø 660.4 mm (26")	Paq.	1
50	Ø 685.8 mm (27")	Paq.	1
51	Ø 711.2 mm (28")	Paq.	1
52	Ø 736.6 mm (29")	Paq.	1
53	Ø 762 mm (30")	Paq.	1
54	Ø 787.4 mm (31")	Paq.	1
55	Ø 812.8 mm (32")	Paq.	1
56	Ø 838.2 mm (33")	Paq.	1
57	Ø 863.6 mm (34")	Paq.	1
58	Ø 889 mm (35")	Paq.	1
59	Ø 914.4 mm (36")	Paq.	1
60	Ø 939.8 mm (37")	Paq.	1
61	Ø 965.2 mm (38")	Paq.	1
62	Ø 990.6 mm (39")	Paq.	1
63	Ø 1016 mm (40")	Paq.	1
64	Ø 1041.4 mm (41")	Paq.	1
65	Ø 1066.8 mm (42")	Paq.	1
66	Ø 1092.2 mm (43")	Paq.	1
67	Ø 1117.6 mm (44")	Paq.	1
68	Ø 1143 mm (45")	Paq.	1
69	Ø 1168.4 mm (46")	Paq.	1
70	Ø 1193.8 mm (47")	Paq.	1
71	Ø 1219.2 mm (48")	Paq.	1
72	Ø 1244.6 mm (49")	Paq.	1
73	Ø 1270 mm (50")	Paq.	1
74	Ø 1295.4 mm (51")	Paq.	1
75	Ø 1320.8 mm (52")	Paq.	1
76	Ø 1346.2 mm (53")	Paq.	1
77	Ø 1371.6 mm (54")	Paq.	1
78	Ø 1397 mm (55")	Paq.	1
79	Ø 1422.4 mm (56")	Paq.	1
80	Ø 1447.8 mm (57")	Paq.	1
81	Ø 1473.2 mm (58")	Paq.	1
82	Ø 1498.6 mm (59")	Paq.	1
83	Ø 1524 mm (60")	Paq.	1
84	Ø 1549.4 mm (61")	Paq.	1
85	Ø 1574.8 mm (62")	Paq.	1
86	Ø 1600.2 mm (63")	Paq.	1
87	Ø 1625.6 mm (64")	Paq.	1
88	Ø 1651 mm (65")	Paq.	1
89	Ø 1676.4 mm (66")	Paq.	1
90	Ø 1701.8 mm (67")	Paq.	1
91	Ø 1727.2 mm (68")	Paq.	1
92	Ø 1752.6 mm (69")	Paq.	1
93	Ø 1778 mm (70")	Paq.	1
94	Ø 1803.4 mm (71")	Paq.	1
95	Ø 1828.8 mm (72")	Paq.	1
96	Ø 1854.2 mm (73")	Paq.	1
97	Ø 1879.6 mm (74")	Paq.	1
98	Ø 1905 mm (75")	Paq.	1
99	Ø 1930.4 mm (76")	Paq.	1
100	Ø 1955.8 mm (77")	Paq.	1
101	Ø 1981.2 mm (78")	Paq.	1
102	Ø 2006.6 mm (79")	Paq.	1
103	Ø 2032 mm (80")	Paq.	1
104	Ø 2057.4 mm (81")	Paq.	1
105	Ø 2082.8 mm (82")	Paq.	1
106	Ø 2108.2 mm (83")	Paq.	1
107	Ø 2133.6 mm (84")	Paq.	1
108	Ø 2159 mm (85")	Paq.	1
109	Ø 2184.4 mm (86")	Paq.	1
110	Ø 2209.8 mm (87")	Paq.	1
111	Ø 2235.2 mm (88")	Paq.	1
112	Ø 2260.6 mm (89")	Paq.	1
113	Ø 2286 mm (90")	Paq.	1
114	Ø 2311.4 mm (91")	Paq.	1
115	Ø 2336.8 mm (92")	Paq.	1
116	Ø 2362.2 mm (93")	Paq.	1
117	Ø 2387.6 mm (94")	Paq.	1
118	Ø 2413 mm (95")	Paq.	1
119	Ø 2438.4 mm (96")	Paq.	1
120	Ø 2463.8 mm (97")	Paq.	1
121	Ø 2489.2 mm (98")	Paq.	1
122	Ø 2514.6 mm (99")	Paq.	1
123	Ø 2540 mm (100")	Paq.	1

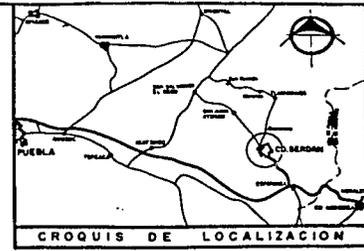
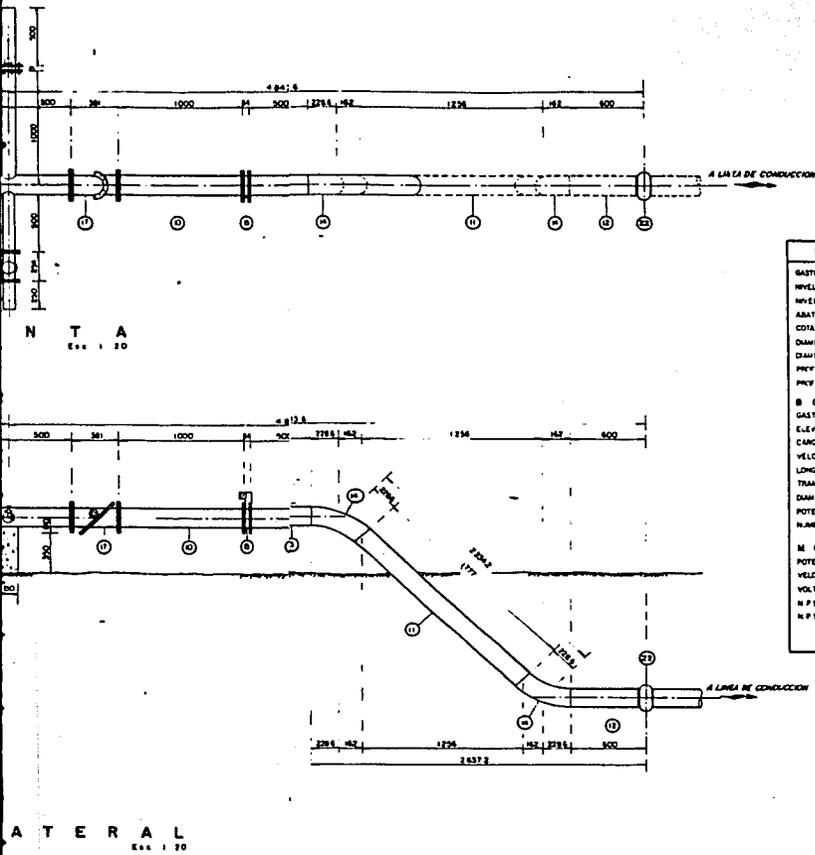
**NOTAS:**

- \* Acrecentos en milímetros
- \* Delimitar en milímetros y pulgadas
- \* Brindar de acuerdo a ASTM A-53
- \* En el momento de instalación de pozos se deberán considerar los efectos de vibración de explosión de pólvora - cuando profundos y verticales
- \* El recubrimiento de tuberías, cuando sea necesario deberá seguir la presión de trabajo y cumplir los requisitos del fabricante para asegurar
- \* Las conexiones de los apoyos, a bridas y otros se deberán en su caso recubrirlos correspondiente
- \* El diseño de los bridas será de acuerdo a ASTM C-207
- \* Se considerará un concepto por cada longitud

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO			
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES			
ARABE			
PROYECTO EJECUTIVO PARA DEMONSTRAR Y APLICAR			
LA LÍNEA DE AGUA POTABLE DE SAN BERNABÉ, PUE			
PROYECTO MECÁNICO POZO 1			
Fecha	Elaborado	Revisado	Revisado
	P.1-M		



ND-2334.87 m



DATOS DEL POZO	
GASTO DE EXTRACCION	30 L/seg
NIVEL ESTADICO	2 339.80 m
NIVEL DINAMICO	2 334.57 m
ABATIMIENTO	4.62 m
COSTA DE BOMBEO	2 462.33 m
DIAMETRO DE ADICION	12.00 mm
DIAMETRO DE CONTRAHEMERO	18.00 mm
PROFUNDIDAD DEL POZO	20.143 m
PREC. NIVEL DINAMICO	127.75 m
<b>B O M B A</b>	
GASTO DE DISEÑO	30.00 L/seg
ELEV. MECANICA	2 499.94 m
CARGA DINAMICA TOTAL	170.09 kg
VELOCIDAD	3 450 rpm
LONGITUD DE LA COLUMNA	150 m
TIPO DE COLUMNA	480 mm
DIAMETRO DE COLUMNA	6 mm
POTENCIA REQUERIDA	9.3 HP
NÚMERO DE CUERPOS	4 Cuerpos
<b>M O T O R</b>	
POTENCIA	
VELOCIDAD	3 450 rpm
VOLTAJE	220 Vca
H P S N DISPONIBLE	27.95 m
H P S N REQUERIDO	m

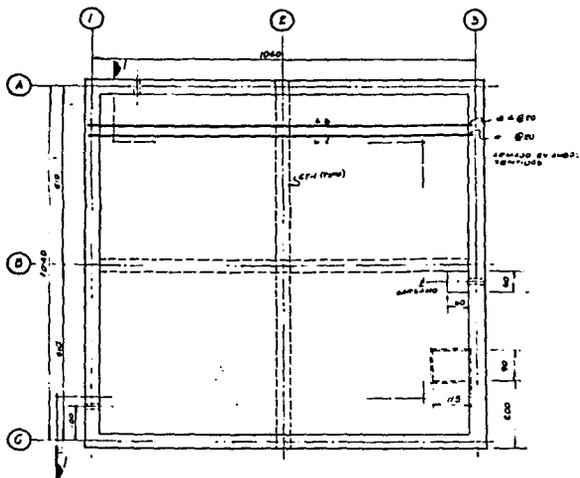
LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Bomba centrífuga sumergible para agua profunda, 3450 rpm, caudal de 30 l/s y carga de 170.09 m	Pie	1
2	Motor eléctrica sumergible, servicio para poca profundidad a 3.500 m, 3 fases, 400V, 60 Hz, 10 HP, clase B, con 4 interruptores automáticos	Pie	1
El motor de acero, tipo ASTM A-53 Gr. B, con brida superior en acero ASTM A-36, con brida inferior C-107 de 52.4 mm (2.07") con los siguientes especificaciones:			
3	L 1 500 mm	Pie	2
4	L 1 3 000 mm	Pie	1
5	Ø 114.3 mm (4.5") x 4.37 mm (0.172")	Pie	1
6	L 1 500 mm	Pie	1
7	Ø 114.3 mm (4.5") x 4.37 mm (0.172")	Pie	1
8	L 1 250 mm	Pie	1
Cuerpo de acero, tipo ASTM A-53 Gr. B, con brida superior en acero ASTM A-36, con brida inferior C-107 de 52.4 mm (2.07") con los siguientes especificaciones:			
9	L 1 500 mm	Pie	1
10	L 1 1 000 mm	Pie	1
11	L 1 777 mm	Pie	1
12	L 1 600 mm	Pie	1
Caja de acero, tipo ASTM A-234 WPB, con brida superior en acero ASTM A-36, con brida inferior C-107 de 52.4 mm (2.07") con los siguientes especificaciones:			
13	Ø 152.4 mm (6") x 4.37 mm (0.172") x 4.37 mm (0.172")	Pie	1
14	Ø 152.4 mm (6") x 4.37 mm (0.172") x 4.37 mm (0.172")	Pie	2
Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:			
15	Ø 152.4 mm (6")	Pie	1
16	Ø 152.4 mm (6")	Pie	1
Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:			
17	Ø 152.4 mm (6") x 4.37 mm (0.172") x 4.37 mm (0.172")	Pie	1
18	Ø 152.4 mm (6") x 4.37 mm (0.172") x 4.37 mm (0.172")	Pie	1
Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:			
19	Ø 152.4 mm (6") x 4.37 mm (0.172") x 4.37 mm (0.172")	Pie	1
20	Ø 152.4 mm (6") x 4.37 mm (0.172") x 4.37 mm (0.172")	Pie	1
Manómetro tipo Bourdon, rango 0-7 mm H <sub>2</sub> O, Ø 50 mm (2")			
21	Manómetro tipo Bourdon, rango 0-7 mm H <sub>2</sub> O, Ø 50 mm (2")	Pie	1
Junta (flange) tipo 400, con brida superior en acero ASTM A-36, con brida inferior C-107 de 52.4 mm (2.07") con los siguientes especificaciones:			
22	Junta (flange) tipo 400, con brida superior en acero ASTM A-36, con brida inferior C-107 de 52.4 mm (2.07") con los siguientes especificaciones:	Pie	1
23	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
24	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
25	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	3
26	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
27	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
28	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
29	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
30	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
31	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
32	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
33	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
34	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
35	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
36	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
37	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
38	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
39	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
40	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
41	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
42	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
43	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
44	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
45	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
46	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
47	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
48	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
49	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
50	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
51	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
52	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
53	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
54	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
55	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
56	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
57	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
58	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
59	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
60	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
61	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
62	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
63	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
64	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
65	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
66	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
67	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
68	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
69	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
70	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
71	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
72	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
73	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
74	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
75	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
76	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
77	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
78	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
79	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
80	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
81	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
82	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
83	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
84	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
85	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
86	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
87	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
88	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
89	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
90	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
91	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
92	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
93	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
94	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
95	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
96	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
97	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
98	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
99	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1
100	Válvula de regulación de flujo, tipo 400, con manómetro para 0-100 mm H <sub>2</sub> O, con interruptor de seguridad, clase ISO de:	Pie	1

**NOTAS:**

- Accesorios en metales.
- Diámetros en milímetros y pulgadas.
- Bridas de acuerdo a ASTM A-36.
- En el momento de instalación de bombas sumergibles deberá tener presente las especificaciones de abastecimiento de energía eléctrica y tuberías.
- El mantenimiento de tuberías, deberá ser realizado antes de instalar la bomba y cuando sea necesario, deberá ser realizado por personal especializado.
- Las dimensiones de las tuberías, bridas y accesorios se encuentran en el plano estructural correspondiente.
- El diseño de las bridas será de acuerdo a ASTM A-36.
- Se considerará un compresor por bomba sumergible.

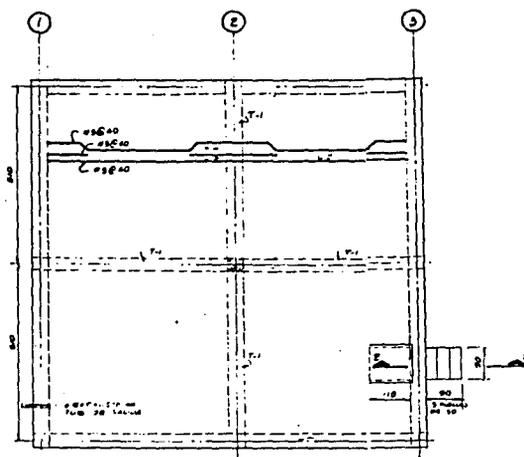
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
 ASESORÍA

PROYECTO MECÁNICO POZO 2



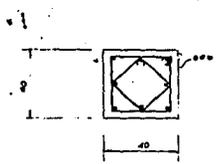
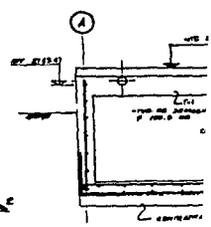
PLANTA NTC 2150.70

ESC. 1:50

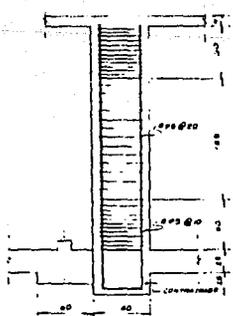


PLANTA NTC 2153.70

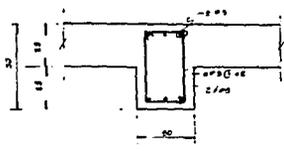
ESC. 1:50



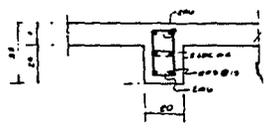
COLUMNA C-1



ELEVACION COLUMNA C-1



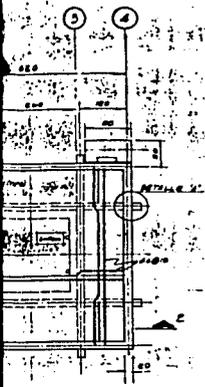
CONTRA-TRABE C-1



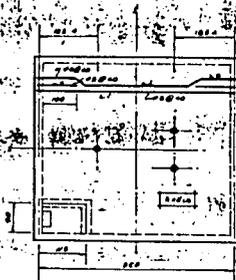
TRABE T-1  
(1700)



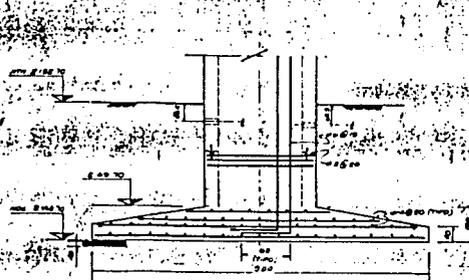




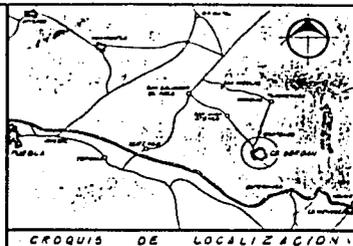
TC 216A.B1  
ESC. 1:50



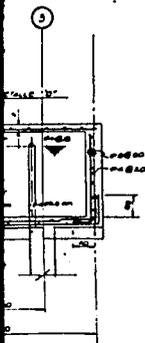
PLANTA NTC 21674E  
ESC. 1:50



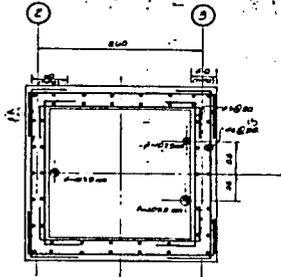
CORTE 1-1  
ESC. 1:50



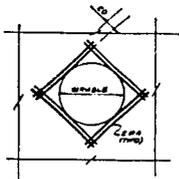
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



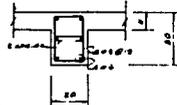
B-2  
ESC. 1:50



COLUMNA C-1  
ESC. 1:50



BOQUILLA TIPO  
ESC. 1:50



TPJOB T-1  
ESC. 1:50

LISTA DE MATERIALES			
CANT.	DESCRIPCION	UNID.	CANT.
1	ACERO Y APUNTES	m <sup>2</sup>	51
2	ARMADURA DE HIERRO PARA A	m <sup>2</sup>	51
3	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE NO	m <sup>2</sup>	251
4	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE NO	m <sup>2</sup>	180
5	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE	m <sup>2</sup>	45
6	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE	m <sup>2</sup>	210
7	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
8	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
9	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
10	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
11	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
12	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
13	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
14	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
15	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
16	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210
17	ACERO DE HIERRO DE CALIBRE DE	m <sup>2</sup>	210

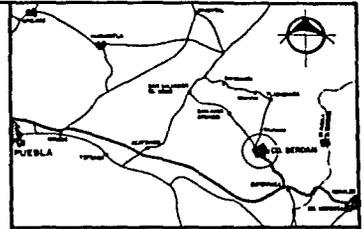
NOTAS:

- DIMENSIONES EN CENTIMETROS O F
- UNIDADES EN METROS
- CONCRETO DENSIDAD 2400 KG/M<sup>3</sup>
- RESISTENCIA DEL CONCRETO 2100 KG/CM<sup>2</sup>
- CONCRETO FLUIDO 1800 KG/M<sup>3</sup>
- ACERO DE HIERRO 75% Y 100% 2100 KG/CM<sup>2</sup>
- ACERO ESTRUCTURAL 2100 KG/CM<sup>2</sup>

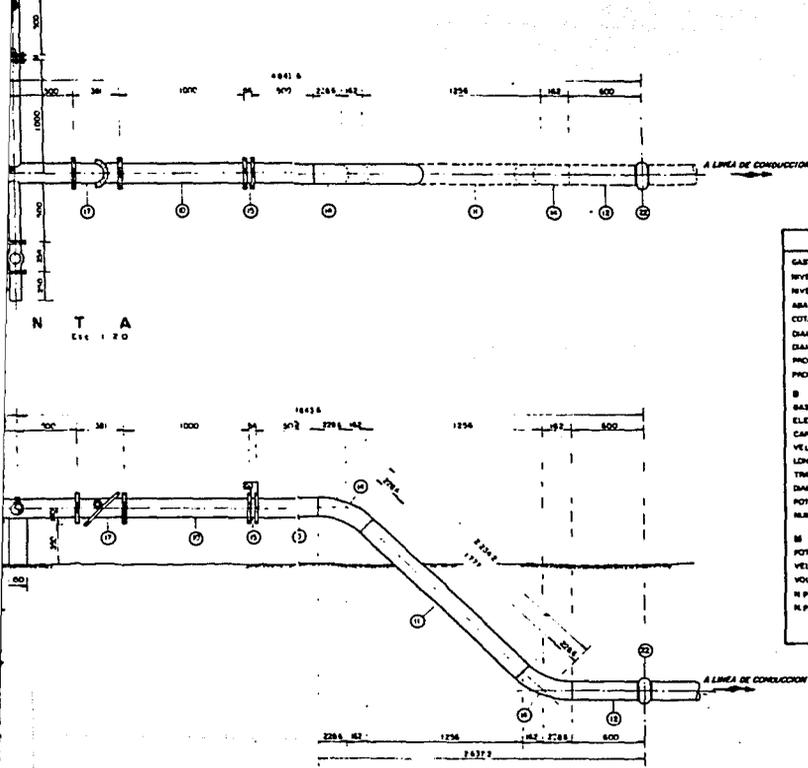
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y AMPLIACION  
LA RED DE AGUA POTABLE DE CUERPO DE GUERRA, PUE  
**PROYECTO ESTRUCTURAL**  
**TANQUE ELEVADO CAP=50 m<sup>3</sup>**





CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTA  
Etc 1 2 0

ATERAL  
Etc 1 2 0

DATOS DEL POZO	
GASTO DE EXTRACCION	25 Lit/s
NIVEL ESTÁTICO	2 347.28 m
NIVEL DINÁMICO	2 325.38 m
ABATIMIENTO	11.89 m
COTA DE BOCAL	2 494.73 m
DIÁMETRO DE ADOME	12.00 pulg
DIÁMETRO DE CONTRADOME	18.00 pulg
PROFUNDIDAD DEL POZO	500.00 m
PROF. NIVEL DINÁMICO	161.34 m
B O M B A	
TIPO DE DISEÑO	25 Lit/s
ELEV. PIEZOMÉTRICA	2 508.64 m
CARGA DINÁMICA TOTAL	174.37 m.c.a.
VELOCIDAD	2 480 f.p.m.
LONGITUD DE LA COLUMNA	160 m
TRAMOS DE COLUMNA	577 Tramos
DIÁMETRO DE COLUMNA	4" pulg
POTENCIA REQUERIDA	77 HP
NÚMERO DE CILINDROS	4 Cilindros
M O T O R	
POTENCIA	100 HP
VELOCIDAD	2 430 f.p.m.
VOLTAJE	220 Voltios
R.P.S.H. DISPONIBLE	16.84 m
R.P.S.H. REQUERIDO	m

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Barra acorralada laminada para construcción, 2 430 lb en columna de 12.4 mm (1/2) de diámetro, antes de montar en el pozo de 50.1 m de profundidad de 174.37 m.	Pulg.	1
2	Cable eléctrico aluminio, calibre para peso gravitacional a 3 300 f.p.m. 3 hilos, 4 pares, #10 AWG, 80 psi (1st cable de línea).	Pulg.	1
	Extremidad de acero, tipo ASTM A-53 Gr. B, con brida (Shear en acero ASTM A-36, canal B, acero A36/A-307), con las siguientes dimensiones: ø1.00 x 2.00 x 1.00 x 1.00 x 1.00 x 1.00 x 1.00 x 1.00	Pulg.	1
3	L x 500 mm	Pulg.	2
4	L x 3 000 mm	Pulg.	1
5	L x 1 000 mm	Pulg.	1
6	L x 300 mm	Pulg.	1
7	L x 250 mm	Pulg.	1
8	Carril de guía, tipo ASTM A-53 Gr. B, con brida (Shear en acero ASTM A-36, canal B, acero A36/A-307 de 12.4 mm (1/2) x 2 437 mm (101 7/8) con las siguientes dimensiones: L x 1 000 mm	Pulg.	1
9	L x 1 000 mm	Pulg.	1
10	L x 1 000 mm	Pulg.	1
11	L x 1 777 mm	Pulg.	1
12	L x 600 mm	Pulg.	1
13	Cable de acero, tipo ASTM A-53 Gr. B, diámetro 1/2 pulg. 2 hilos.	Pulg.	1
14	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	2
15	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	2
16	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
17	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
18	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
19	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
20	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
21	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
22	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
23	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
24	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
25	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
26	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
27	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1
28	Ø 2.4 mm (3/32) pulg. x 1.27 mm (1/16) pulg. x 1/2 pulg. longitud	Pulg.	1

- NOTAS:**
- Aprobación de planos.
  - Detalles en acero y pintura.
  - Brida de acero a ASTM A-36.
  - En el momento de instalación de piezas especiales (presión de aire) en el momento de instalar el cable eléctrico.
  - El responsable de la obra, debe asegurarse de que la presión de instalación y control en el momento de instalar el cable eléctrico.
  - Los detalles de las piezas, atornillos y tornillos de instalación en el plano estructural correspondiente.
  - El diseño de los bridas será de acuerdo a ASTM A-307.
  - Se considerará un proyecto por cada instalación.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
S.E.A.S.E.

PROYECTO MECÁNICO DE REHABILITACION  
POZO E. T. A.