

140
28j.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**Estudios Básicos para definir alternativas
de Abastecimiento de Agua Potable en
la Ciudad de Silao, Gto.**

T E S I S

Que para Obtener el Titulo de:
INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a

*Rolando Rodríguez
Sobreyra*

México D. F.

Septiembre de 1987.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

I. MARCO DE REFERENCIA

I.1	Ubicación	1
I.2	Climatología	3
I.3	Orografía	13
I.4	Geología	15
I.5	Geohidrología	16
I.6	Hydrografía	16
I.7	Ecología	

II. SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO

II.1	Descripción	19
II.2	Captación y Conducción	19
II.3	Potabilización	20
II.4	Plantas de Bombeo y Tanques de Regulación y/o Almacenamiento	20
II.5	Tomas Domiciliarias	21
II.6	Diagnóstico	21

III. DIAGNOSTICO

III.1	Uso Actual	
III.2	Disponibilidad del Agua Superficial Subterránea	25

IV. DEMANDA DE AGUA FUTURA

IV.1	Estimación de la demanda para uso Urbano en el período 1986 - 2006	28
IV.2	Estimación de la demanda de agua para uso industrial en el período 1986 - 2006	30
IV.3	Estimación de la demanda de agua total en el período de 1986 - 2006	31

V. ESTUDIO HIDROLOGICO

V.1	Recopilación de Información	37
V.2	Características de Escurrimiento	38
V.3	Factibilidad Hidrológica de sitios superficiales de abastecimiento	
V.4	Análisis de avenidas	42

VI.	ESTUDIO GEOHIDROLOGICO	
VI.1	Orografica, Hidrografia, Geohidrologia y Geologia	54
VI.2	Unidades Hidrogeológicas	58
VI.3	Hidrologia subterranea	61
VII.	DEFINICION Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS	
VII.1	Definición de Alternativas	67
VII.2	Análisis de Alternativas	68
VIII.	EVALUACION DE ALTERNATIVAS	
VIII.1	Análisis Económico	92
IX.	CONCLUSIONES	
IX.1	Conclusiones	101
IX.2	Recomendaciones	104

I. MARCO DE REFERENCIA

1.1. UBICACIÓN.

LA CIUDAD DE SILAO SE LOCALIZA EN EL ESTADO DE GUANAJUATO DENTRO DE LA ZONA CENTRO DEL PAÍS, GEOGRÁFICAMENTE SE LOCALIZA ENTRE LOS MERIDIANOS $101^{\circ}25'05''$, $101^{\circ}26'05''$ Y $101^{\circ}26'05''$ DE LONGITUD OESTE DEL MERIDIANO DE GREENWICH Y ENTRE LOS PARALELOS $20^{\circ}56'20''$ Y $20^{\circ}57'10''$ DE LATITUD NORTE CON RESPECTO AL ECUADOR.

LA CIUDAD DE SILAO PERTENECE AL MUNICIPIO DE SILAO, ESTE MUNICIPIO OCUPA UNA SUPERFICIE DE 718 KM^2 COLINDA CON LOS SIGUIENTES MUNICIPIOS:

AL NORTE CON EL DE LEÓN Y GUANAJUATO, AL SUR CON EL DE IRAPUATO, AL OESTE CON EL DE ROMITA Y LEÓN, AL ESTE CON EL DE GUANAJUATO. DENTRO DE ESTE MUNICIPIO LOS POBLADOS MÁS IMPORTANTES SON:

LA ALADEA, BAJÍO DE BONILLOS, COECILLO MENORES, NUEVO MÉXICO, MEDRANOS Y EL ESTADO DE SILAO. TIENE UNA SUPERFICIE DE 210 KILÓMETROS, REPRESENTA UN 30% DE LA SUPERFICIE DEL MUNICIPIO DE ACUERDO AL CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA DE 1980 EN ESE AÑO TENÍA UNA POBLACIÓN DE 45,000 HABITANTES LO CUAL REPRESENTA EL 82% DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO.

LA CIUDAD DE SILAO SE ENCUENTRA UBICADA EN LA REGIÓN CENTRAL DEL ESTADO DE GUANAJUATO, ESTA REGIÓN CUENTA CON -- SUELOS PLANOS Y FÉRTILES, CLIMA FAVORABLE Y LAS MEJORES -- VÍAS DE COMUNICACIÓN; LO ANTERIOR DA COMO CONSECUENCIA EL -- DESARROLLO DE UNA BUENA INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA, Y POR LO TANTO UNA MAYOR CONCENTRACIÓN DE POBLACIÓN CON UN ACELERADO CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO. CUENTA CON LAS SIGUIENTES -- VIAS DE COMUNICACIÓN:

VIA TERRESTRE SE COMUNICA CON LA RED NACIONAL, POR -- VIA CARRETERA A TRAVÉS DE LA CARRETERA FEDERAL LIBRE No. 45 DE MÉXICO A IRAPUATO - SILAO - LEÓN - LAGOS DE MORENO - CIUDAD JUÁREZ; Y LA CARRETERA FEDERAL No. 110 EN SU TRAMO IRAPUATO SILAO - DOLORES HIDALGO - SAN LUIS DE LA PAZ.

POR VÍA FERROVIARIA A TRAVÉS DEL FERROCARRIL MÉXICO - CIUDAD JUÁREZ CONTANDO ADEMÁS CON UN RAMAL QUE PARTE DE SILAO HACIA LA CIUDAD DE GUANAJUATO.

VÍA AEREA, LA CIUDAD DE SILAO SE COMUNICA EN EL SISTEMA AEROPORTUARIO NACIONAL, APROXIMADAMENTE A 20 KM. SIGUIENDO LA CARRETERA A LA CIUDAD DE LEÓN, ESTÁ EL AEROPUERTO SAN CARLOS CON CAPACIDAD PARA LA OPERACIÓN DE AERONAVES DE MEDIANO ALCANCE (VER MAPA No. 1);

1.2. CLIMATOLOGÍA.

EN LA CIUDAD DE SILAO Y SUS ALREDEDORES SE LOCALIZAN 15 ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS EN LA TABLA 1.2.1. SE REPRESENTAN SUS CARACTERÍSTICAS DE LOCALIZACIÓN Y PERIÓDO DE REGISTRO -- Y EN EL PLANO No. 2 SE PRESENTA SU UBICACIÓN.

DE ESTAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS SE RECOPILO INFORMACIÓN MENSUAL DE PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y EVAPORACIÓN.

DE LOS REGISTROS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN SE CALCULO LA PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL. LOS RESULTADOS SE PRESENTAN EN LA TABLA No. 1.2.2. Y EN LA GRÁFICA No. 1.2.1. SE PRESENTA LA DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA LLUVIA EN LA CIUDAD DE --- SILAO.

DE LOS REGISTROS MENSUALES DE TEMPERATURA EXISTENTE EN - LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS SE CALCULO LA DESVIACIÓN ESTAN- DAR OSCILACIÓN TÉRMICA ANUAL, LOS RESULTADOS SE PRESENTAN EN LA TABLA No. 1.2.3. Y LA DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATU RA SE PRESENTA EN LA GRÁFICA No. 1.2.2.

DE LOS REGISTROS MENSUALES DE EVAPORACIÓN EXISTENTE SE CALCULÓ LA EVAPORACIÓN MEDIA MENSUAL. LOS RESULTADOS SE -- PRESENTAN EN LA TABLA No. 1.2.4. Y LA DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA EVAPORACIÓN SE REPRESENTA EN LA GRÁFICA No. 1.2.3.

EL ANÁLISIS REALIZADO A LOS REGISTROS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y EVAPORACIÓN SE ESTIMA QUE EN LA - CIUDAD DE SILAO PREDOMINAN LAS SIGUIENTES CONDICIONES CLIMA TOLÓGICAS:

- A) LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL OSCILA ENTRE 500 - Y 700 MM. EL RÉGIMEN DE LLUVIAS REPRESENTA EN VERANO (JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE) EL - MES DE MAYOR PRECIPITACIÓN EN AGOSTO CON 135 MM. EL MES DE MENOR PRECIPITACIÓN ESTA ENTRE FEBRERO Y ABRIL CON 4 MM.

- B) LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL ES DE 19.5 °C, LOS - MESES MÁS CALUROSOS SON MAYO, JUNIO, JULIO.
 - MÁXIMA TEMPERATURA EN MAYO CON 23.4°C.
 - MESES MÁS FRÍOS SON DICIEMBRE Y ENERO.
 - LA MÍNIMA TEMPERATURA ES DE 15.2 °C, QUE SE REGISTRA EN ENERO.

- C) - LA EVAPORACIÓN MEDIA ES DE 2175MM./ AÑO
 - EN LOS MESES DE MARZO, ABRIL, MAYO Y JUNIO, SE CONCENTRA EL 44% DE LA EVAPORACIÓN ANUAL.

- EN PROMEDIO ANUAL LA EVAPORACIÓN EXCEDE A LA PRECIPITACIÓN.
- D)
- VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO ES DE 8 KM/HR. CON DIRECCIÓN DE SUR A SUROESTE, A NORTE.
 - SE PRESENTAN HELADAS Y GRANIZADAS, CON FRECUENCIA DE DOS GRANIZADAS POR AÑO, Y HELADAS DE 10 A 20 DÍAS POR AÑO.

DE ACUERDO AL SISTEMA DE CLIMAS KÖÖPEN ADOPTADO A LA REPÚBLICA MEXICANA EL CLIMA DE LA CIUDAD DE SILAO SE DEFINE COMO BS₁HW(W) QUE PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

- CLIMA SEMISECO O ÁRIDO CON RÉGIMEN TÉRMICO SEMICÁLIDO ES EL MENOS SECO.
- RÉGIMEN DE LLUVIAS EN VERANO Y Poca PRECIPITACIÓN EN INVIERNO.
- TEMPERATURA MEDIA ANUAL SUPERIOR A 18°C. Y TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS FRÍO INFERIOR A 18°C.
- LA TEMPERATURA DEL MES MÁS CÁLIDO SE PRESENTA EN EL SOLSTICIO DE VERANO.

¹ La información se obtuvo de las siguientes fuentes:

- Planos topográficos escala 1:50,000 publicados por DETENAL
- Boletín Climatológico No. 1 de la SARH Tomo I y II publicados en 1975 (Región Hidrológica 12. A parcial)
- Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional
- Dirección General de Estudios de la SARH Departamento de Hidrometría.

Tabla No. 12.1

No.	ESTACION CLIMATOLÓGICA	CUNCA	EDD.	COORDINADAS			PERIODO DE DATOS				
				LATA	LONGITUD	ALTIMA	INIC.	FIN	ANOS	TIPO	ADOS.
1	W. OYMA	018 GTO.	GTO.	20°44'N	107°12'W	10000 FT	24	1961-1972	24		
2	CHARDONES	018 GTO.	GTO.	20°24'N	107°12'W	10000 FT	24	1961-1972	24		
3	CANADA GARCILASO	018 GTO. IATA	GTO.	21°07'53"	107°07'00"	10000 FT	8	1962-1972	8		
4	CHANGARAL (C.A.)	018 GTO.	GTO.	21°00'43"	107°05'30"	10000 FT	24	1961-1972	24	1961-1972	24
5	COANABATO	018 GTO.	GTO.	20°20'00"	107°12'00"	10000 FT	24	1961-1972	24	1961-1972	24
6	PRATUNO	018 GTO.	GTO.	21°04'50"	107°04'00"	10000 FT	23	1962-1972	23		
7	LA LIZA	018 GTO.	GTO.	20°04'00"	107°04'00"	10000 FT	10	1961-1972	10		
8	LAS ANDES	018 GTO. G.M.S.	GTO.	20°10'10"	107°04'00"	10000 FT	8	1962-1972	8		
9	VALLE VERDE	018 GTO. IATA	GTO.	21°24'00"	107°05'30"	10000 FT	8	1962-1972	8		
10	BRANTA	018 GTO.	GTO.	20°24'10"	107°04'00"	10000 FT	8	1962-1972	8		
11	LAKE BASA	018 GTO.	GTO.	21°04'30"	107°04'00"	10000 FT	8	1962-1972	8		
12	KALIS	018 GTO.	GTO.	20°04'00"	107°04'00"	10000 FT	25	1962-1972	25	1961-1972	25
13	WILCO	018 GTO.	GTO.	20°54'00"	107°04'00"	10000 FT	24	1962-1972	24		
14	VERMADO	018 GTO.	GTO.	21°01'00"	107°04'00"	10000 FT	8	1962-1972	8		

TABLA 1.1.3
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN °C

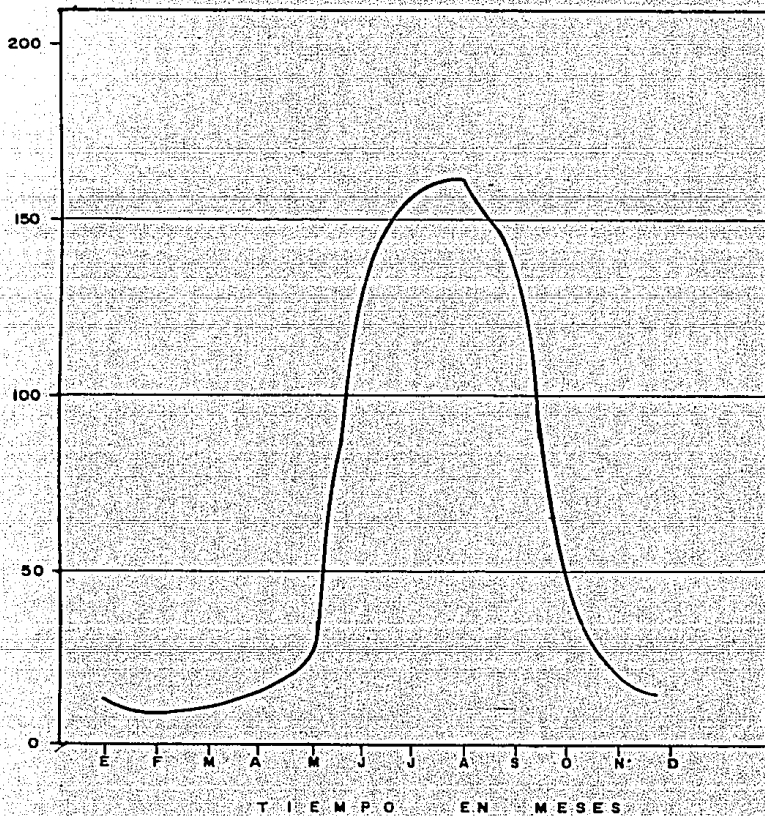
ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
LEONIA	16.58	16.65	16.83	16.87	16.88	16.89	16.89	16.88	16.85	16.81	16.78	16.75	16.82
CALDERONES	17.35	17.07	17.15	17.13	17.02	16.84	16.75	16.65	16.51	16.37	16.25	16.11	16.59
SARADA GONZALEZ	16.26	16.37	16.41	16.37	16.31	16.30	16.21	16.12	16.04	15.94	15.86	15.75	16.01
GUANAYATO	16.32	16.20	16.10	16.05	16.03	16.00	15.97	15.95	15.89	15.83	15.78	15.73	15.77
JUAN VALLE (C64)	16.37	16.40	16.46	16.47	16.41	16.34	16.27	16.18	16.16	16.09	16.02	15.95	16.25
TRAMAYO	16.63	16.28	16.31	16.44	16.51	16.52	16.02	16.22	16.58	16.30	16.66	16.92	16.60
LA LUZ	16.95	16.89	16.70	16.50	16.52	16.40	16.29	16.20	16.11	16.06	16.04	16.05	16.16
LOS RIOS	17.15	16.67	16.72	16.60	16.52	16.42	16.10	16.02	16.03	15.95	15.82	15.74	16.10
NO VALLE MOLINO	16.06	16.44	16.36	16.21	16.04	16.01	15.82	15.65	15.58	15.42	15.31	15.25	15.54
ROSTRA	16.55	16.71	16.86	16.80	16.85	16.86	16.80	16.75	16.75	16.75	16.74	16.74	16.77
CAJON DE LAS FLORAS	16.17	16.10	16.02	16.10	16.12	16.12	16.02	16.05	16.05	16.00	16.00	16.01	16.01
ANTA LEON	16.15	16.21	16.20	16.21	16.21	16.21	16.21	16.24	16.23	16.26	16.26	16.26	16.25
SILAO	16.16	16.22	16.23	16.21	16.22	16.27	16.21	16.23	16.25	16.23	16.28	16.26	16.27
SILAO (C6)	16.16	16.20	16.22	16.17	16.17	16.16	16.19	16.20	16.22	16.22	16.22	16.21	16.21
TEHUACA	16.36	16.08	16.22	16.10	16.22	16.20	16.26	16.25	16.24	16.22	16.23	16.10	16.21

T A B L A 1124
 EXPOSICIÓN MEDIA MENSUAL EN MM

ESTACION	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MANAYATO (LDA)	136.20	143.70	150.80	157.90	165.00	172.10	179.20	186.30	193.40	200.50	207.60	214.70	1852.40
GUAYAMA	135.30	142.40	149.50	156.60	163.70	170.80	177.90	185.00	192.10	199.20	206.30	213.40	1841.50
CAJON	134.40	141.50	148.60	155.70	162.80	169.90	177.00	184.10	191.20	198.30	205.40	212.50	1830.60

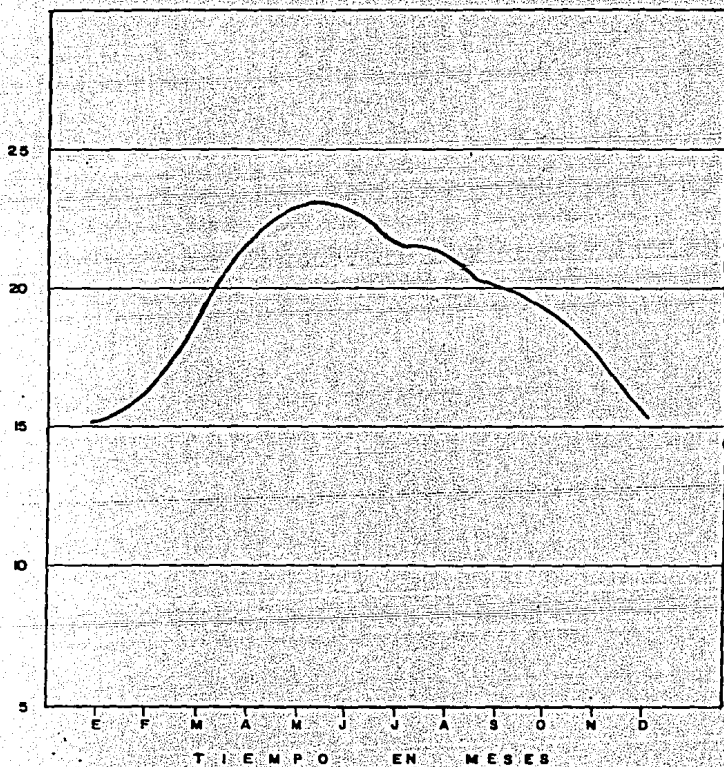
G R A F I C A No. 1 . 2 . 1

P R E C I P I T A C I O N M E D I A M E N S U A L E N M . M .



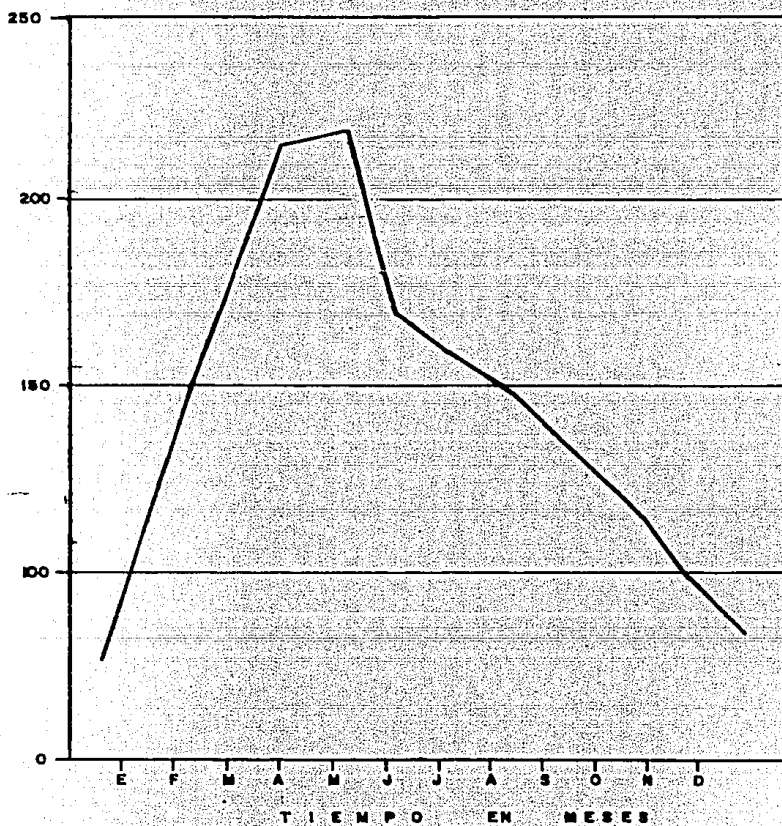
G R A F I C A No. 1 . 2 . 2

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN (°C)



G R A F I C A No. 1.2.3

EVAPORACION MEDIA MENSUAL EN M.M.



1.3. OROGRAFIA

LA CIUDAD DE SILA, GTO., QUEDA COMPRENDIDA OROGRÁFICAMENTE EN LA PARTE SUR DE LA MESA CENTRAL.

LA CIUDAD DE SILAO, SE SITUA EN LA PARTE ESTE, DE UNA SUPERFICIE PLANA DE FORMA IRREGULAR DE APROXIMADAMENTE 1250 KM². CON ALGUNOS LOMERÍOS, ESTA SUPERFICIE QUEDA RODEADA POR DIFERENTES FORMACIONES OROGRÁFICAS ENTRE LAS CUALES DESTACAN LAS SIGUIENTES: LA SIERRA CUATRALBO, A 50 KM. AL NOROESTE DE LA CIUDAD, CON UNA ELEVACIÓN MÁXIMA DE 2730 M.S.N.M., SU ORIENTACIÓN ES HACIA EL NOROESTE Y TIENE UNA LONGITUD APROXIMADA DE 28 KM.; A 25KM. AL NORTE DE LA CIUDAD ESTÁ UNA ZONA MONTAÑOSA QUE PERTENECE A LAS ESTRIBACIONES DE LA SIERRA DE GUANAJUATO, SU ORIENTACIÓN ES HACIA EL NOROESTE, TIENE UNA LONGITUD APROXIMADA DE 16 KM. Y ELEVACIONES MÁXIMAS DE 2830 M.S.N.M; AL OESTE SE LOCALIZA UNA SIERRA MONTAÑOSA QUE TIENE UNA ELEVACIÓN MÁXIMA DE 2530 M.S.N.M., CON ORIENTACIÓN HACIA EL NOROESTE Y LONGITUD DE 5 KM., AL SUR DE ESTA SOBRESALE EL CERRO LA MESA EL GALLO, CON UNA ELEVACIÓN MÁXIMA DE 2530 M.S.N.M; AL NORESTE DE LA CIUDAD ESTÁ EL CERRO DEL CUBILETE CON UNA ELEVACIÓN MÁXIMA DE 2650 M.S.N.M, AL SUR Y SUROESTE DE LA CIUDAD DE SILAO SE EXTIENDE LA AMPLIA REGIÓN DEL BAJÍO EN DONDE SOBRESALEN ALGUNOS CERROS AISLADOS COMO EL CERRO ARANDAS LOCALIZADO A 27 KM. AL SUR DE LA CIUDAD CON UNA ELEVACIÓN MÁXIMA DE 2035 M.S.N.M., EL CERRO EL VEINTE LOCALIZADO A 28 KM. AL SUROESTE DE LA CIUDAD CON UNA ELEVACIÓN MÁXIMA DE 2050 M.S.N.M. EL CERRO EL MANCERO LOCALIZADO A 19 KM. AL SUROESTE DE LA

CIUDAD CON UNA ELEVACIÓN MÁXIMA DE 1920 M.S.N.M.

LAS FORMACIONES ANTES MENCIONADAS RODEAN A LOS VALLES DE SILAO Y ROMITA DE LICEAGA, LAS CUALES EN ALGÚN TIEMPO FUERON CUENCAS-CERRADAS QUE AL ABRIRSE POR EFECTO DE LA EROSIÓN FORMARON PARTE DE LA CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO LERMA.

1.4. GEOLOGÍA.

EL TIPO DE GEOLOGÍA QUE SE PRESENTA PERTENECE A LA ERA CENOZOICA MODERNA, ESPECIALMENTE AL CENOZOICO MEDIO VOLCÁNICO.

LA GEOLOGÍA COLINDANTE CON LA CIUDAD DE SILAO SE PRESENTA DE LA SIGUIENTE FORMA:

EN LA SIERRA CUATRALBO EXISTEN ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS, ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS Y ROCAS METAMÓRFICAS, PERTENECIENTES AL TERCIARIO Y TRIÁSICO RESPECTIVAMENTE PREDOMINANDO LAS ROCAS EXTRUSIVAS COMO LAS RIOLITAS Y TOBAS ÁCIDAS.

EN LA SIERRA DE GUANAJUATO EXISTEN ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS, ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS, ROCAS METAMÓRFICAS Y ALGUNAS ROCAS SEDIMENTARIAS QUÍMICAS, PERTENECIENTES AL TRIÁSICO Y CRETÁCICO.

EN LAS ESTRIBACIONES DE LA SIERRA DE COMANJA EXISTEN BASALTOS, RIOLITAS Y TOBAS ÁCIDAS QUE SON ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS DEL TRIÁSICO, TAMBIÉN HAY ALGUNAS ROCAS SEDIMENTARIAS-CLÁSTICAS.

EN LA EXTENSA REGIÓN DEL BAJO EXISTEN MATERIALES ALUVIALES, PRINCIPALMENTE ARENISCAS Y CONGLOMERADOS PERTENECIENTES AL CUATERNARIO.

EN LAS SIERRAS EXISTEN FRACTURAS CON LÍNEAS DE DEBILIDAD ORIENTADAS DE NOROESTE A SURESTE. DE LA ESCASA ACTIVIDAD SISMICA QUE SE HA REGISTRADO EN LA ZONA, SE DEDUCE QUE LOS FALLAMIENTOS TECTÓNICOS EXISTENTES NO REPRESENTAN UN PELIGRO.

1.5. GEOHIDROLOGIA.

LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LA ZONA HA PERMITIDO LA EXISTENCIA DE ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS. EN LA PARTE SUROESTE DE LA CIUDAD Y FORMANDO PARTE DEL BAJÍO, SE ENCUENTRAN AFLORANDO ROCAS METAMÓRFICAS, SEDIMENTARIAS, MARINAS Y ROCAS INTRUSIVAS, POR SU POROSIDAD Y PERMEABILIDAD PRESENTAN CONDICIONES FAVORABLES PARA LA FORMACIÓN DE UN ACUÍFERO SUBTERRÁNEO. ESTE ACUÍFERO SUBTERRÁNEO ESTÁ FORMADO POR PIROCLÁSTICOS BASÁLTICOS Y SEDIMENTOS TERCIARIOS DE GRAN ESPESOR QUE RECIBE RECARGAS DEL RÍO SILAO Y SUS AFLUENTES UBICADOS EN LA ZONA.

ACTUALMENTE EN EL VALLE DE SILAO SE RECOMIENDA QUE NO SE INCREMENTE LA EXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO.

1.6. HIDROGRAFÍA.

LA CIUDAD DE SILAO SE ENCUENTRA DENTRO DE LA CUENCA DEL RÍO SILAO, ESTE RÍO ES EL PRINCIPAL AFLUENTE DEL RÍO GUANAJUATO. LOS PRINCIPALES FORMADORES DEL RÍO SILAO SON LOS ARROYOS DENOMINADOS EL TIGRE, LA YERBABUENA Y EL GIGANTE.

EL ARROYO EL TIGRE NACE A LA ELEVACIÓN 2720 MSNM. EN EL CERRO VERDE, SU DIRECCIÓN ES HACIA EL SUR Y TIENE UNA LONGITUD DE 15 KM.

EL ARROYO LA YERBABUENA NACE A LA ELEVACIÓN 2400 MSNM., EN EL CERRO LA ESTANCIA COMANJILLA, SU DIRECCIÓN ES HACIA EL SUROESTE Y TIENE UNA LONGITUD DE 11 KM.

EL ARROYO EL GIGANTE ES EL MÁS IMPORTANTE DE LOS

QUE FORMAN EL RÍO SILAO, NACE EN LA ELEVACIÓN 2700 MSNM, EN LA SIERRA DE GUANAJUATO, A 9 KM. AL NORTE DE LA CIUDAD DE GUANAJUATO, SU LONGITUD APROXIMADA ES DE 30 KM. Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES SON LOS ARROYOS: LA JOYA, LOS MAGUEYES, -- RINCÓN DE LA PALMA Y EL REALEJO.

LOS TRES ARROYOS ANTES DESCRITOS SE UNEN A 11 KM. AL NOROESTE DE LA CIUDAD DE SILAO, A PARTIR DE ES SITIO EL RÍO SILAO SIGUE EN DIRECCIÓN SUR, DESPUÉS CAMBIA SU DIRECCIÓN HACIA EL ESTE EN DONDE LLEGA A DESCARGAR A LA PRESA EL CONEJO, DE ESTA PRESA SALE EL CANAL TEPALCATES CON 3.8 KM. DE LONGITUD EN DIRECCIÓN AL ESTE DESCARGANDO LAS AGUAS DEL RÍO SILAO AL RÍO GUANAJUATO, ESTE CAUCE RODEA A LA CIUDAD DE IRAPUATO EN SU PARTE NORTE Y ESTE.

OTRO RÍO IMPORTANTE QUE PASA POR GUANAJUATO ES EL RÍO LERMA, EL CUAL NACE EN ALMOLOYA A 30 KM. DE LA CIUDAD DE TOLUCA, Y DESCARGA EN LA LAGUNA DE CHAPALA, TIENE UNA LONGITUD DE 680 KM.

1.7. ECOLOGÍA.

LA FLORA DE LA ZONA EN ESTUDIO ESTÁ COMPUESTA POR MATORRAL SUBTROPICAL, MEZQUITAL, PASTIZAL Y BOSQUE DE PINO ENCIÑO. EL MATORRAL SUBTROPICAL ESTÁ REPRESENTADO POR ARBUSTOS Y ÁRBOLES DE PEQUEÑO DIÁMETRO, SON FRECUENTES LOS ARBUSTOS ESPINOSOS Y HAY UN GRAN NÚMERO DE PLANTAS HERBÁCEAS QUE EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS FORMAN UNA COBERTURA CONSIDERABLE.

AL NORTE DE LA ZONA EN ESTUDIO EXISTEN BOSQUES DE PINO ENCINO ESPECIFICAMENTE EL GRUPO DE LAS LATIFOLIADAS.

LA FAUNA DE LA ZONA DE ESTUDIO ESTA COMPUESTA POR LAS SIGUIENTES ESPECIES:

PALOMA MORADA, PALOMA DE ALAS BLANCAS, HUILOTA, PALOMA ARROYERA, PALOMA DE COLLAR, GANGA, AGACHONA, CODORNIZ, CHACHALACA, GALLARETA, GALLINITA NEGRA, PATOS, GANSOS, ZARAPICO, LIEBRE, CONEJO Y COYOTE.

1 La información se obtuvo de la Síntesis Geográfica del Estado de Guanajuato publicada por DETENAL.

II SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO

II.1. DESCRIPCIÓN.

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE SILAO, GTO., ACTUALMENTE ESTA A CARGO DEL DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, DEPENDIENTE DEL MUNICIPIO, EL 100% DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE PROCEDE DE LOS MANTOS ACUÍFEROS DE LA ZONA Y PARA SU EXTRACCIÓN SE CUENTA CON 8 POZOS PROFUNDOS.

II.2. CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN.

EL ABASTECIMIENTO DE PROVIENE DE LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA PROVIENE DEL ACUÍFERO DEL RÍO DE SILAO. DE LOS POZOS EXISTENTES NO SE TIENEN LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES YA QUE LA ADMINISTRACIÓN ACTUAL, AL IGUAL QUE LAS ANTERIORES NO SE HAN PREOCUPADO POR LA REALIZACIÓN DE ESTA TAREA, TAMPOCO SE HAN AFORADO LOS POZOS Y NO SE CONOCE SI ESTOS ESTAN TRABAJANDO EFICIENTEMENTE O NO. POR LO TANTO EN BASE A ESTUDIOS DE POZOS LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LEÓN, LA CAPTACIÓN ACTUAL ES DE APROXIMADAMENTE $0.110 \text{ m}^3/\text{s}$. EN LA FIGURA 11.1. SE REPRESENTA UN CROQUIS DEL SISTEMA.

YA QUE LOS POZOS PROFUNDOS SE ENCUENTRAN DENTRO DE LA MANCHA URBANA, NO EXISTE PROPIAMENTE CONDUCCIÓN, PUES LOS GASTOS OBTENDIDOS SON INYECTADOS DIRECTAMENTE A LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN GENERAL, ESTA EN CONDICIONES ACEPTABLES Y POR LA CONFIGURACIÓN ACTUAL DE LA MISMA SE LOGRA IDENTIFICAR LO SIGUIENTE: UNA RED CENTRAL (LA CUAL FUE CONSTRUIDA EN LA DÉCADA DE LOS 30'), QUE ABASTECE AL CENTRO DE LA CIUDAD Y QUE CUENTA CON VALVULAS DE CIERRE, Y UNA RED PERIMETRAL CONSTRUÍDA RECIENTEMENTE, LA CUAL ES UN CIRCUITO CERRADO QUE RODEA A LA CIUDAD DE SILAO, CON TUBERÍA DE ACERO DE 10'' DE DIAMETRO Y NO CUENTA CON VALVULAS. LA DISTRIBUCIÓN SE REALIZA POR MEDIO DE TUBERÍAS DE 8'', 6'', 4'', 3'' Y 2''. EN EL DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO NO EXISTE EL PLANO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

II.3. POTABILIZACIÓN.

EN LA ACTUALIDAD NO EXISTE NINGUN EQUIPO DE TRATAMIENTO YA QUE NO EXISTE PLANTA POTABILIZADORA NI EQUIPO DE CLORACIÓN, EL AGUA EXTRAÍDA SE DESCARGA DIRECTAMENTE A LA RED DE DISTRIBUCIÓN. ADEMÁS NO SE CUENTA CON UN SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA.

II.4. PLANTAS DE BOMBEO Y TANQUES DE REGULACIÓN Y/O ALMACENAMIENTO.

EN LA ACTUALIDAD NO EXISTE PLANTA DE BOMBEO, LA ÚNICA BOMBA QUE ELEVA EL AGUA A UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO, ESTA LOCALIZADA EN LA PARTE NORTE DEL ESTADIO MUNICIPAL. EL AGUA QUE SE ELEVA A ESTE TANQUE SE DISTRIBUYE A LA RED ADEMÁS DE QUE SIRVE PARA LLENAR PIPAS DEL MUNICIPIO CON LA CUAL SE PRESTA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE A LAS ZONAS QUE NO TIENEN ESTE VITAL LÍQUIDO.

LA CAPACIDAD DEL TANQUE ES DE 50,000 LITROS, ESTA CONSTRUÍDO DE ACERO Y ES DE TIPO ELEVADO, SIRVE ADEMÁS DE LAS FUNCIONES ANTERIORES COMO TANQUE DE ALMACENAMIENTO YA QUE LOS POZOS DE BOMBEO TRABAJAN LAS 24 HORAS,

ADEMÁS DEL TANQUE ANTERIOR, EXISTE OTRO DE IGUALES CARACTERÍSTICAS EL CUAL, SE ENCONTRABA DESCONECTADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y EL POZO QUE SE LOCALIZA EN ESTE SITIO VER--TÍA SUS AGUAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DIRECTAMENTE.

II.5 TOMAS DOMICILIARIAS

ACTUALMENTE EXISTEN 4,600 TOMAS DOMÉSTICAS Y 400 TOMAS COMERCIALES, LAS CUALES NO TIENEN MEDIDOR POR LO QUE NO SE CUENTA CON UN CONTROL DEL CONSUMO MENSUAL.

LA TARIFA QUE SE ESTA APLICANDO ES DE \$200.00:POB:TOMA MENSUALMENTE. DEBIDO A LA ESCASEZ DE AGUA QUE SE REGISTRA EN LA ZONA DE ESTUDIO, NO SE TIENEN PREVISTAS NUEVAS TARIFAS A CORTO PLAZO.

II.6. DIAGNÓSTICO:

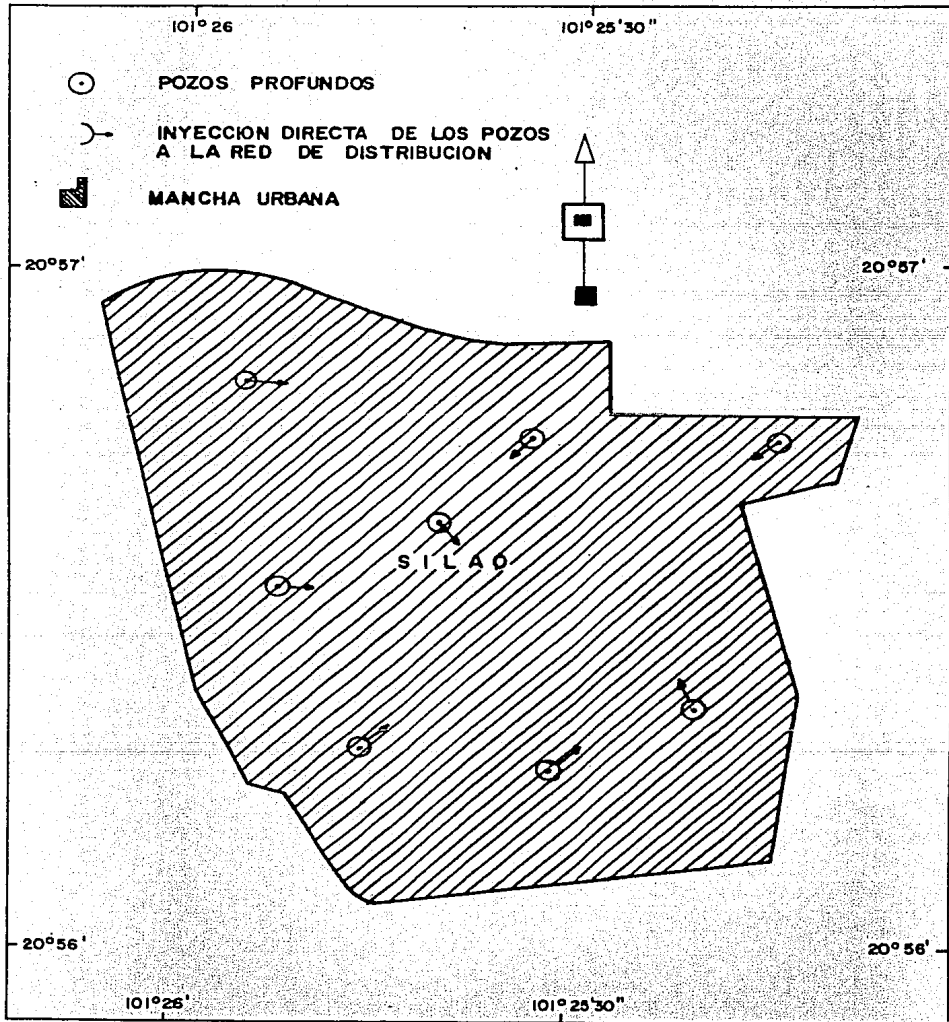
CON BASE A LA INFORMACIÓN EXISTENTE, EL ABASTECIMIENTO ACTUAL DE AGUA POTABLE PARA USO URBANO Y COMERCIAL EN LA CIUDAD DE SILAO, GTO., ES DEL ORCEN DE 110 LITROS POR SEGUNDO.

LA POBLACIÓN ACTUAL DE LA CIUDAD DE SILAO ES DE ---- 48,200 HABITANTES, LA DOTACIÓN DE PROYECTO QUE ESTA CIUDAD DEBERÍA DE RECIBIR ES DE 250 LITROS POR HABITANTE Y POR DÍA, POR LO TANTO LA DEMANDA ACTUAL DE AGUA POTABLE PARA USO ----

URBANO ES DE 140 LITROS POR SEGUNDO.

CONSIDERANDO QUE EXISTE UN PORCENTAJE DEL 10% DE FUGAS, ACTUALMENTE LA POBLACIÓN DE SILAO, RECIBE UNA DOTACIÓN DE -- 177 LITROS POR HABITANTE Y POR DÍA, POR LO TANTO EXISTE UN DÉFICIT DE 63 LITROS POR HABITANTE Y POR DÍA, LO CUAL REPRESENTA UN GASTO DE $0.0351 \text{ M}^3/\text{s}$. ADEMÁS SE NECESITA UN GASTO -- $0.0323 \text{ M}^3/\text{s}$, PARA SATISFACER LA DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA EL USO INDUSTRIAL, POR LO TANTO LA DEMANDA TOTAL DE AGUA PARA USO URBANO E INDUSTRIAL ES DE $0.1723 \text{ M}^3/\text{s}$.

FIG. II . I . I . SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO .



III. DIAGNÓSTICO DEL USO ACTUAL DEL AGUA.

III.1. USO ACTUAL DEL AGUA.

EL AGUA DISPONIBLE DE LA CUENCA DEL RÍO SILAO TIENE LOS SIGUIENTES USOS:

EL URBANO, EL INDUSTRIAL Y EL AGROPECUARIO.

LA INFORMACIÓN EXISTENTE EN EL CONSUMO DE VOLUMENES DE AGUA ES CONFIABLE SOLO PARA EL USO URBANO E INDUSTRIAL, PARA EL USO AGROPECUARIO LA INFORMACIÓN NO ES MUY CONFIABLE POR FALTA DE CONTROL EN LOS CONSUMOS DE AGUA.

DE ACUERDO A LOS PLANOS DE USO DEL SUELO PUBLICADOS POR DETENAL, Y LA INFORMACIÓN DE VOLUMENES DE AGUA CONSUMIDOS POR ÁREA SE ESTIMÓ EL USO DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO, LOS RESULTADOS OBTENIDOS FUERON LOS SIGUIENTES:

USO	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUBTERRANEA	TOTAL
URBANO	0 M ³	35 M ³	35 M ³
INDUSTRIAL	0	5	5
AGRICOLA	45	235	280
TOTAL	45	275	320

III. DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRANEA Y SUPERFICIAL

LA CIUDAD DE SILAO SE UBICA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SILAO. EL ESCURRIMIENTO QUE SE GENERA EN LA CUENCA DEL RÍO SILAO TIENE VARIACIONES ANUALES MUY FUERTES, DEBIDO PRINCIPALMENTE A LAS CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DE LA CUENCA Y A LA EXISTENCIA DE PRESAS DE ALMACENAMIENTO, PRESAS- DERIVADORAS Y PEQUEÑOS BORDOS CONSTRUIDOS CON EL OBJETO DE PROPORCIONAR RIEGO A TERRENOS AGRICOLAS DE LOS VALLES DE SILAO, ROMITA E IRAPUATO, A SU VEZ SIERVEN PARA PROTEGER DE LAS AVENIDAS A DICHAS POBLACIONES.

EL RÍO SILAO A LA ALTURA DE LA CIUDAD EN ESTUDIO LLEVA UN ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE $0.435 \text{ m}^3/\text{s}$, Y ESTE MISMO RÍO EN SU CONFLUENCIA CON EL RÍO GUANAJUATO LLEVA UN ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE $0.765 \text{ m}^3/\text{s}$.

DEBIDO A LAS FUERTES VARIACIONES ANUALES DE LOS ESCURRIMIENTOS, ES NECESARIO TENER UNA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO IMPORTANTE QUE REGULE ESOS ESCURRIMIENTOS, EN LA CUENCA DEL RÍO SILAO NO SE TIENEN LAS CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS PARA LOGRARLO, EN LA ZONA MONTAÑOSA SE TIENEN BOQUILLAS ESTRECHAS TOPOGRÁFICAMENTE ADECUADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PRESA- DE ALMACENAMIENTO DE POCA CAPACIDAD.

EN LO REFERENTE AL AGUA SUBTERRÁNEA SE TIENE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

- LA RECARGA MEDIA ANUAL EN EL ACUÍFERO DE LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO ES DE 216 MILLONES DE METROS CÚBICOS AL AÑO.
- LA EXTRACCIÓN MEDIA ANUAL EN EL ACUÍFERO DE LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO ES DEL ORDEN DE 275 MILLONES DE METROS CÚBICOS AL AÑO. LAS EXTRACCIONES ESTÁN MÁS CONCENTRADAS EN LA PARTE SUR Y CENTRO DEL VALLE.

COMO PODEMOS OBSERVAR DE ACUERDO A LOS DATOS DE RECARGA Y - EXTRACCIÓN EXISTE UN DÉFICIT DE 59 MILLONES DE METROS CÚBICOS AL AÑO.

DE ACUERDO A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO AGUA, TANTO SUPERFICIAL COMO SUBTERRÁNEA, EN LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO LAS CONDICIONES DEL BALANCE DISPONIBILIDAD - USO - DEL AGUA NOS CONDUCE A LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

CON RESPECTO A LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES, ACTUALMENTE SE ESTÁ APROVECHANDO DE ELLOS EL MAS ALTO PORCENTAJE QUE ES POSIBLE OBTENER DADAS SUS CARACTERÍSTICAS DE RÉGIMEN DE ESCURRIMIENTO DE SUS ARROYOS Y TOPOGRAFÍA DE SUS CUENCAS DE DRENAJE, LO ANTERIOR SE REFLEJA EN EL FUNCIONAMIENTO HISTÓRICO DE LAS PRESAS LA PURÍSIMA Y LA YERBABUENA. EXISTEN SITIOS ADECUADOS DESDE EL PUNTO DE VISTA TOPOGRÁFICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS PRESAS, PERO EN ESTOS SITIOS LA DISPONIBILIDAD DE ESCURRIMIENTOS ES MÍNIMA LO QUE ENCARECE LAS OBRAS Y LAS HACE INCONVENIENTES ECONÓMICAMENTE. EXISTE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES, AGUAS ARRIBA DE LA CIUDAD, SOBRE ARROYOS FORMADORES DEL RÍO SILAO, PERO ESTÁ DISPONIBILIDAD ES MÍNIMA Y AUNQUE LAS BOQUILLAS SON TOPOGRÁFICAMENTE ADECUADAS, NO SE TIENE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO.

CON RESPECTO A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS LAS CONDICIONES DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE SILAO SON DE SOBREEXPLOTACIÓN, LA RECARGA MEDIA ANUAL EN EL ACUÍFERO ES DEL ORDEN DE --- 216 MILLONES DE METROS CÚBICOS AL AÑO. EL VALLE DE SILAO ESTA EN CONDICIONES DE SOBREEXPLOTACIÓN MUY FUERTES.

EN CONCLUSIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO NO EXISTE DISPONIBILIDAD DE AGUA, TANTO SUPERFICIAL COMO SUBTERRÁNEA.

IV. DEMANDA DE AGUA FUTURA

IV.I. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO URBANO EN EL PERÍODO 1986-2006.

PARA ESTIMAR LA DEMANDA DE AGUA PARA USO URBANO SE ANALIZÓ PRIMERO EL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN.

PARA EL ANÁLISIS SE UTILIZÓ LA INFORMACIÓN DE LOS CENSOS DE POBLACIÓN Y VIVIENDA, DE LOS AÑOS 1940, 50, 60, 70 Y 80 EDITADOS POR LA SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO Y LOS DATOS OBTENIDOS SE PRESENTAN EN LA SIGUIENTE TABLA:

AÑO	MUNICIPIO DE SILAO	LOCALIDAD DE SILAO
1940	33,289 HAB.	13,880 HAB.
1950	43,982 " "	18,463 " "
1960	54,037 " "	24,229 " "
1970	71,036 " "	31,825 " "
1980	77,036 " "	_____

PARA LA PROYECCIÓN DE POBLACIÓN SE UTILIZÓ EL MÉTODO DEL INTERÉS COMPUESTO, EL CUAL NOS CONDUCE A LOS SIGUIENTES RESULTADOS PRESENTADOS EN LA GRÁFICA IV.I.I. EN BASE AL ANÁLISIS DE CRECIMIENTO SE PUEDE CONCLUIR LO SIGUIENTE:

DE 1940 A 1960 LA POBLACIÓN DE SILAO TUVO UN CRECIMIENTO PROMEDIO DE 2.8%.

EN LA DÉCADA DE LOS 60' EL CRECIMIENTO FUE DE 2.7%.

EN LA DÉCADA DE LOS 70' EL CRECIMIENTO FUÉ DE 3.4%.

EL CRECIMIENTO ACELERADO DE SILAO ES CONSECUENCIA DEL DESARROLLO AGRÍCOLA QUE HA SUFRIDO EL BAJÍO, DONDE SE HAN INCENTIVADO LOS CULTIVOS DE MÁS VALOR AGREGADO POR HECTÁREA, EN LO QUE SE REQUIERE -- MÁS MANO DE OBRA Y PROPICIAN LA UBICACIÓN DE PEQUEÑAS O MEDIANAS -- AGROINDUSTRIAS.

POR LA UBICACIÓN DE SILAO, ES TAMBIÉN MUY PROBABLE QUE ESE FENÓME NO SE EXTIENDA CON EL TIEMPO, DE TAL FORMA QUE EN LA PREDICCIÓN DE LA POBLACIÓN HACIA FINALES DEL SIGLO SE SUGIERE SE ESTABLEZCA EL -- MISMO CRECIMIENTO QUE SE PRODUJO EN LA ÚLTIMA DÉCADA.

PARA ESTIMAR LA DOTACIÓN SE TOMA EN CUENTA TIPO DE CLIMA, MAGNI-- TUD, ASÍ COMO COMPARACIONES CON OTRAS CIUDADES DE LA REPÚBLICA Y -- SE CONCLUYÓ QUE LA DOTACIÓN PARA LA CIUDAD DE SILAO FUERA DE 250 -- LITROS POR HABITANTE POR DÍA.

CON LA PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y CON LA DOTACIÓN SE OBTIENE LA -- DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA FUTURA Y LOS RESULTADOS SE PRESENTAN EN LA GRÁFICA NÚMERO IV.1.2.

SIGUIENDO EL ANÁLISIS DE DEMANDA SE TIENE QUE PARA EL AÑO 2006 SE REQUIEREN $0.307 \text{ m}^3/\text{SEG.}$

IV.2. ESTIMACION DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL EN EL PERIODO 1986-2006.

CON LOS CENSOS INDUSTRIALES DE 1965 Y 1975 SE CONSIDERARON LOS VALORES DE LA PRODUCCIÓN Y SE LES APLICÓ UN COEFICIENTE QUE CONVIERTE DICHO VALOR DE LA PRODUCCIÓN EN DEMANDA DE AGUA NECESARIA PARA PODER PRODUCIR UNA UNIDAD DEL SUBGRUPO QUE SE ESTE ESTUDIANDO. ESTE SUBGRUPO PUEDE SER DE INDUSTRIA EXTRACTIVA O DE TRANSFORMACIÓN. ESTOS COEFICIENTES TIENEN UNIDADES DE LITROS/PESOS PRODUCIDO.

INTEGRANDO LA INFORMACIÓN REFERIDA SE OBTUVO QUE EN 1965 SE ESTABAN EXTRAYENDO $0.021 \text{ m}^3/\text{SEG}$. PARA EL USO INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE SILAO, ES DECIR EL ORDEN DE $0.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ AL AÑO. PARA 1975 ESTA CIFRA SUBIO A $.27 \times 10^6 \text{ m}^3$ Y SE ESTIMA QUE PARA 1980 SE EXTRAJERON DEL ORDEN DE $.031 \text{ m}^3/\text{SEG}$, O SEA UN MILLÓN DE METROS CÚBICOS AL AÑO.

EN LA TABLA NÚM. IV.2.1. SE PRESENTAN LOS PRINCIPALES SUBGRUPOS ASENTADOS EN LA CIUDAD.

SIGUIENDO LA TENDENCIA DE CRECIMIENTO INDICADA SE ESTIMA QUE PARA EL AÑO 2006 SE REQUIERAN $.073 \text{ m}^3/\text{SEG}$. O SEA 2.302 MILLONES DE METROS CÚBICOS AL AÑO. EN LA GRÁFICA NÚM. IV.2.1. SE PRESENTA LA ESTIMACIÓN DE DEMANDA INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE SILAO.

IV.3. ESTIMACION DE LA DEMANDA TOTAL DE AGUA EN EL PERIODO 1986 2005.

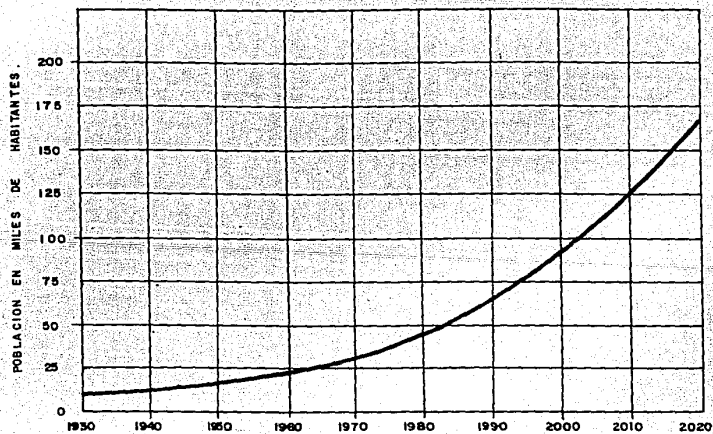
EN LA GRÁFICA NÚM. IV.3.I. SE PRESENTA EL PRONOSTICO DE LAS DEMANDAS DE AGUA PARA USO URBANO E INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE-SILAO GUANAJUATO. LA DEMANDA TOTAL EN EL AÑO 2005 ES DEL ORDEN DE $0.380 \text{ m}^3/\text{SEG.}$

TABLA No. IV.2.1

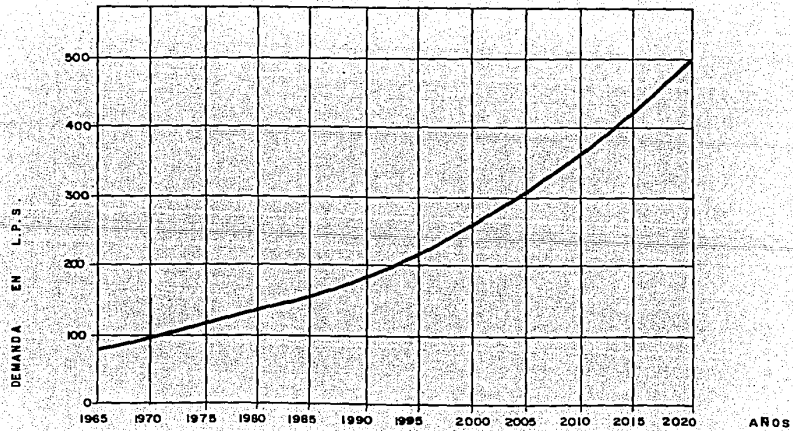
PRINCIPALES INDUSTRIAS EN LA CIUDAD DE SILAO GTO.

SUGRUPO INDUSTRIAL	DENOMINACIONES	REQUERIMIENTOS DE AGUA (M ³ /MILES PRODUCCIÓN)
209	FABRICACIÓN DE ALIMENTOS	2.016
242	FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR Y OTROS ARTÍCULOS CONFECCIONADOS CON TEXTILES Y OTROS MATERIALES -- EXCEPTO CALZADO.	0.097
241	FABRICACIÓN DE CALZADO E-INDUSTRIA DEL CUERO	0.109
252	INDUSTRIA DE PRODUCTOS DE MADERA Y CORCHO	4.094
261	FABRICACIÓN Y REPARACIÓN-DE MUEBLES Y ACCESORIOS; -- EXCEPTO LOS DE METAL MOLDEADO Y LOS DE PLÁSTICO -- MOLDEADO.	0.221
272	INDUSTRIA DEL PAPEL	16.312
281	INDUSTRIA EDITORIAL DE IMPRESIÓN Y CONEXAS.	0.527
311	INDUSTRIA QUÍMICA	37.106
335	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS-MINERALES NO METÁLICOS, -- EXCEPTO DEL PETRÓLEO Y -- DEL CARBÓN MINERAL.	21.42
351	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS-METÁLICOS; EXCEPTO MAQUINARIA Y EQUIPO.	2.29
361	FABRICACIÓN, ENSAMBLE Y REPARACIÓN DE MAQUINARIA, EQUIPO Y SUS PARTES.	1.571

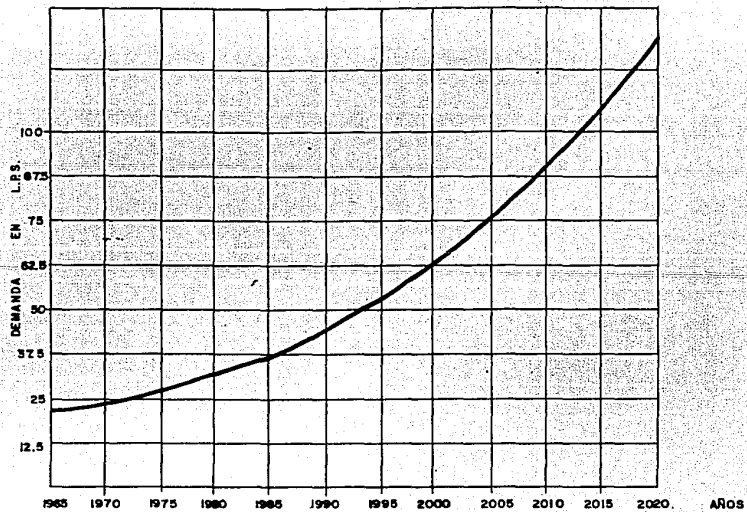
GRAFICA No. IV.1.1. ESTIMACION DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACION



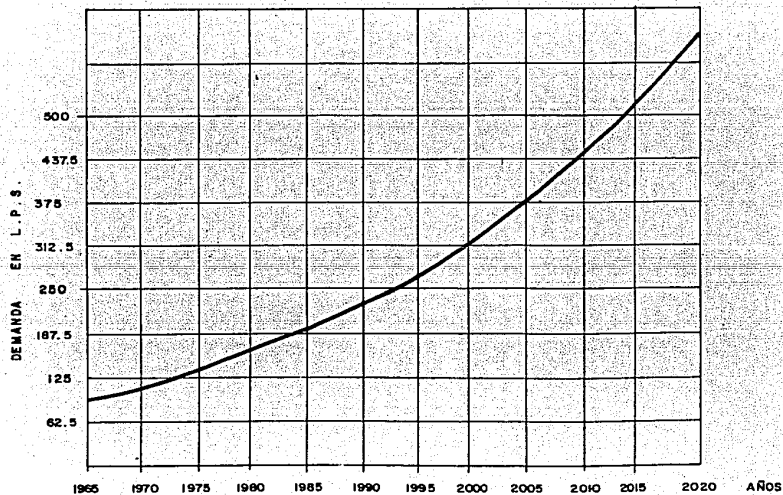
GRAFICA No. IV 1,2 ESTIMACION DE LA DEMANDA URBANA



GRAFICA No. IV. 2.1. ESTIMACION DE LA DEMANDA INDUSTRIAL.



GRAFICA No. IV. 3.1. ESTIMACION DE LA DEMANDA TOTAL.



V. ESTUDIO HIDROLOGICO.

EN ESTE ESTUDIO SE DETERMINA LA FACTIBILIDAD HIDROLÓGICA DE LOS POSIBLES SITIOS SUPERFICIALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD DE SILAO, Y SE REALIZA UN ANÁLISIS DE AVENIDAS EN LOS LUGARES DONDE SE LOCALIZAN LOS POSIBLES NUEVOS SITIOS.

V.I. RECOPIACION DE INFORMACION

SE RECOPILO INFORMACIÓN DE:

- PRECIPITACIÓN MENSUAL
- EVAPORACIÓN " "
- ESCURRIMIENTOS " "
- FUNCIONAMIENTO HISTÓRICO DE PRESAS
- GASTOS MÁXIMOS ANUALES Y MÁXIMOS PRESENTADOS.

LAS FUENTES DE INFORMACIÓN FUERON LAS SIGUIENTES:

- PLANOS TOPOGRÁFICOS ESCALA 1:50,000 PUBLICADO POR DETENAL ----
- BOLETÍN HIDROLÓGICO No. 51 DE LA S.A.R.H. TOMO I A V, PUBLICADOS EN 1970 (REGIÓN HIDROLÓGICA NO. 12 PARCIAL)
- BOLETÍN CLIMATOLÓGICO No. 1 DE LA S.A.R.H. TOMO I Y II PUBLICADO EN 1973 (REGIÓN HIDROLÓGICA 12A PARCIAL).
- DIRECCIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE LA S.A.R.H. DEPARTAMENTO DE HIDROMETRÍA.

V.2 CARACTERISTICAS DE ESCURRIMIENTO

LA CIUDAD DE SILAO SE LOCALIZA DENTRO DE LA CUENCA DEL RÍO SILAO AFLUENTE IMPORTANTE DEL RÍO GUANAJUATO, ESTA CUENCA SE CARACTERIZA POR TENER EN SUS ALREDEDORES UNA OROGRAFÍA CON PENDIENTES MUY FUERTES, Y EN SU PARTE CENTRAL TERRENOS PLANOS DEDICADOS AL CULTIVO. EN LA CUENCA SE LOCALIZAN UNA SERIE DE BORDOS LOS CUALES PROPORCIONAN RIEGO A PEQUEÑAS SUPERFICIES, ESTOS BORDOS DETIENEN LOS ESCURRIMIENTOS DEJANDO PASAR UN PORCENTAJE PEQUEÑO HACIA AGUAS ABAJO, SOLO EN LOS AÑOS LLUVIOSOS ESTOS BORDOS DEJAN PASAR UN PORCENTAJE ALTO DE LOS ESCURRIMIENTOS

EL RÍO SILAO SE FORMA CON LA UNIÓN DE LOS ARROYOS EL TIGRE, LA YERBA BUENA Y EL GIGANTE, ESTOS ARROYOS SE ORIGINAN EN LAS SIERRAS DE GUANAJUATO Y EL OCOTE.

LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL RÍO SILAO SON:

EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA DE SILAO:

- CUENCA DE DRENAJE DE 372 KM².
- ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE 0.485 m³/s
- ESCURRIMIENTO MÁXIMO ANUAL DE 1.136 m³/s.
- ESCURRIMIENTO MÍNIMO ANUAL DE 0.0 m³/s.

EN LA CONFLUENCIA CON EL RÍO GUANAJUATO.

- CUENCA DE DRENAJE 592 KM².
- ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE 0.765 m³/s.
- ESCURRIMIENTO MÁXIMO ANUAL DE 1.796 m³/s.
- ESCURRIMIENTO MÍNIMO ANUAL DE 0.0 m³/s.

LAS CARACTERÍSTICAS DEL RÍO GUANAJUATO SON LAS SIGUIENTES:

EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA DE LAS AMÉRICAS.

- ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL $2.11 \text{ m}^3/\text{s}$
- ESCURRIMIENTO MÁXIMO ANUAL $5.767 \text{ m}^3/\text{s}$
- ESCURRIMIENTO MÍNIMO ANUAL $0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$

EN LA DESEMBOCADURA CON EL RÍO LERMA

- CUENCA DE DRENAJE DE 3203 km^2
- ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE $7.3 \text{ m}^3/\text{s}$
- ESCURRIMIENTO MÍNIMO ANUAL DE $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$

LAS CUENCAS CERCANAS A LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO SON LA CUENCA DEL RÍO TURBIO AL OESTE, LA CUENCA DEL RÍO LA LAJA AL NORESTE Y LA CUENCA DEL RÍO TEMASCATÍO AL SURESTE. EN ESTAS CUENCAS LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ESCURRIMIENTOS SON SIMILARES A LOS DEL RÍO GUANAJUATO.

V.3 FACTIBILIDAD HIDROLOGICA DE SITIOS SUPERFICIALES DE ABASTECIMIENTO.

LOS PUNTOS QUE SE TOMARON EN CUENTA PARA DEFINIR POSIBLES SITIOS DE ABASTECIMIENTO EN LA CIUDAD DE SILAO FUERON LOS SIGUIENTES:

- LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ESCURRIMIENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO.
- LA EXISTENCIA DE CONDICIONES TOPOGRÁFICAS ADECUADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PRESA DE ALMACENAMIENTO O DERIVACIÓN.
- LA MAGNITUD DE LA DEMANDA DE AGUA DE LA CIUDAD PARA EL PERÍODO DE FACTIBILIDAD.

EN LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO SE LOCALIZAN TRES POSIBLES --
SITIOS DE ABASTECIMIENTO, UNO DE ELLOS EN LA CUENCA DEL RÍO SI--
LAO OTRO SOBRE EL ARROYO STA. RITA Y EL TERCERO EL RÍO PRINCIPAL

LA FACTIBILIDAD HIDROLÓGICA DE ESTOS SITIOS SE OBTUVO MEDIAN
TE FUNCIONAMIENTOS DE VASO.

LA INFORMACIÓN UTILIZADA EN EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD HIDRO
LÓGICA Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN PA
RA CADA UNO DE LOS POSIBLES SITIOS DE ABASTECIMIENTO.

PRESA CHICHIMEQUILLAS. ESTA PRESA SE LOCALIZA SOBRE EL ARRO-
YO EL GIGANTE A 4 KM. AL NORTE DE LA CIUDAD DE SILAO, TIENE UNA-
CUENCA DE DRENAJE DE 244 Km^2 , EL ARROYO EL GIGANTE EN EL PUNTO --
DONDE SE UBICA LA PRESA LLEVA UN ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE --
 $0.318 \text{ m}^3/\text{s}$, CON UN VALOR MÁXIMO ANUAL DE $0.745 \text{ m}^3/\text{s}$ Y UN VALOR --
ANUAL MÍNIMO DE $0.0 \text{ m}^3/\text{s}$. ESTA PRESA SE CONSTRUYÓ CON EL OBJETO-
DE PROTEGER DE LAS AVENIDAS LAS CIUDAD DE SILAO Y TERRENOS AGRÍ-
COLAS LOCALIZADOS EN EL VALLE DE SILAO. EN EL FUNCIONAMIENTO DEL
VASO LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN SE TOMARON DE LOS-
REGISTROS DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA LA LUZ, Y EL REGISTRO DE-
ESCURRIMIENTO MENSUAL OBTUVO EN BASE EN LOS ESCURRIMIENTOS RE--
GISTRADOS EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA DE SILAO, CONSIDERANDO LA-
RELACIÓN DE ÁREAS ENTRE LAS CUENCAS DE DRENAJE DE LA PRESA CHI--
CHIMEQUILLAS Y LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA, LA CURVA ELEVACIONES- A
REAS-CAPACIDADES SE CALCULO CON BASE EN LOS PLANOS TOPOGRÁFICOS-
ESCALA 1:50,000 DE DETENAL; EN LA TABLA V.3.1., Y EN LA GRÁFICA-
V.3.1. SE PRESENTAN LOS DATOS BÁSICOS EMPLEADOS EN LOS FUNCIONA-

MIENTOS DE VASO REALIZADOS, Y EN LA GRÁFICA No. V.3.2 SE PRESENTAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS. DE ACUERDO A LOS RESULTADOS Y EL GASTO MÁXIMO APROVECHABLE EN LA PRESA CHICHIMEQUILLAS ES DE ---- 0.190 m³/s.

PRESA LA PURÍSIMA. ESTA PRESA SE LOCALIZA SOBRE EL RÍO GUANAJUATO A 16 KM. AL SURESTE DE LA CIUDAD DE SILAO. LA PRESA TIENE UN CUENCA DE DRENAJE DE 505 KM², ESTA SUPERFICIE GENERA UN ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE 2.115 m³/s, CON UN VALOR ANUAL MÁXIMO DE 5.767 m³/s Y UN VALOR ANUAL MÍNIMO DE 0.005 m³/s.

EN LOS FUNCIONAMIENTOS DE VASO REALIZADOS, LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN SE TOMARON DE LOS REGISTROS DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ALDAMA Y SILAO, LOS ESCURRIMIENTOS MENSUALES SE OBTUVIERON DE LOS REGISTROS DE LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA - LAS AMÉRICAS, Y LA CURVA ELEVACIONES -ÁREAS -CAPACIDAD SE CALCULÓ EN BASE A LOS PLANOS TOPOGRÁFICOS ESCALA 1:50,000 DE DETENAL. EN LA TABLA No. V.3.2 Y EN LA GRÁFICA V.3.3., SE PRESENTAN LOS DATOS BÁSICOS EMPLEADOS EN LOS FUNCIONAMIENTOS DE VASO REALIZADOS, Y EN LA GRÁFICA No. V.3.4., SE PRESENTAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS. DE ACUERDO A LOS RESULTADOS EL GASTO MÁXIMO APROVECHABLE EN LA PRESA LA PURÍSIMA ES DE 2.0 m³/s.

SITIO SANTA RITA. ESTE SITIO SE LOCALIZA SOBRE EL ARROYO -- SANTA RITA AFLUENTE DEL RÍO GUANAJUATO, A 6.5 KM AL SURESTE DEL POBLADO ALDAMA EN EL MUNICIPIO DE IRAPUATO.

EN ESTE SITIO DE ACUERDO A LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS SE -

PROPONE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PRESA DE ALMACENAMIENTO. EN EL PUNTO DONDE SE LOCALIZA EL SITIO TIENE UNA CUENCA DE DRENAJE DE 72 km^2 , LA CUAL GENERA UN ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE $0.237 \text{ m}^3/\text{s}$ CON UN VALOR MÁXIMO DE $0.540 \text{ m}^3/\text{s}$ Y UN VALOR ANUAL MÍNIMO DE $0.025 \text{ m}^3/\text{s}$.

EN LOS FUNCIONAMIENTOS DE VASO REALIZADOS, LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN SE TOMARON DE LOS REGISTROS DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS IRAPUATO Y SALAMANCA, LOS ESCURRIMIENTOS MENSUALES SE CALCULARON CON BASE EN LOS REGISTROS DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS DE TRINIDAD Y TRINIDAD II, Y LA CURVA ELEVACIONES -ÁREAS-CAPACIDADES, SE CALCULARON EN BASE A LOS PLANOS TOPOGRÁFICOS ESCALA 1:50,000 DE DETENAL. EN LA TABLA No. V.3.3., Y EN LA GRÁFICA V.3.5., SE PRESENTAN LOS DATOS BÁSICOS EMPLEADOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE VASO. EN LA GRÁFICA V.3.6 SE PRESENTAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS. DE ACUERDO A LOS RESULTADOS EL GASTO MÁXIMO APROVECHABLE EN EL SITIO SANTA RITA ES DE $0.200 \text{ m}^3/\text{s}$.

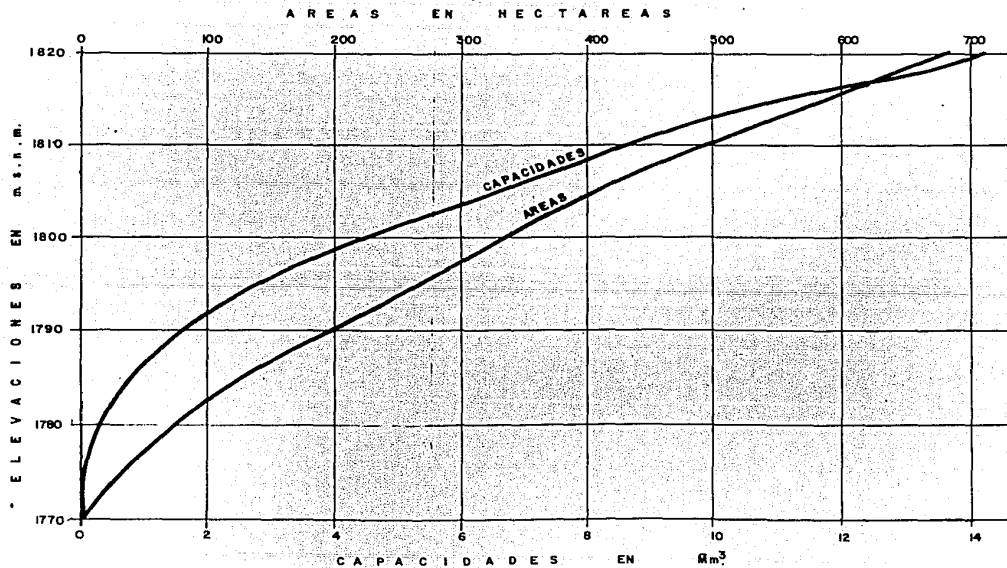
V.4 ANALISIS DE AVENIDAS.

PARA RECOMENDAR UNA CAPACIDAD DE CONTROL DE AVENIDAS, EN EL SITIO DONDE SE PROPONE CONSTRUIR UNA PRESA DE ALMACENAMIENTO SE REALIZÓ UN ANÁLISIS DE AVENIDAS.

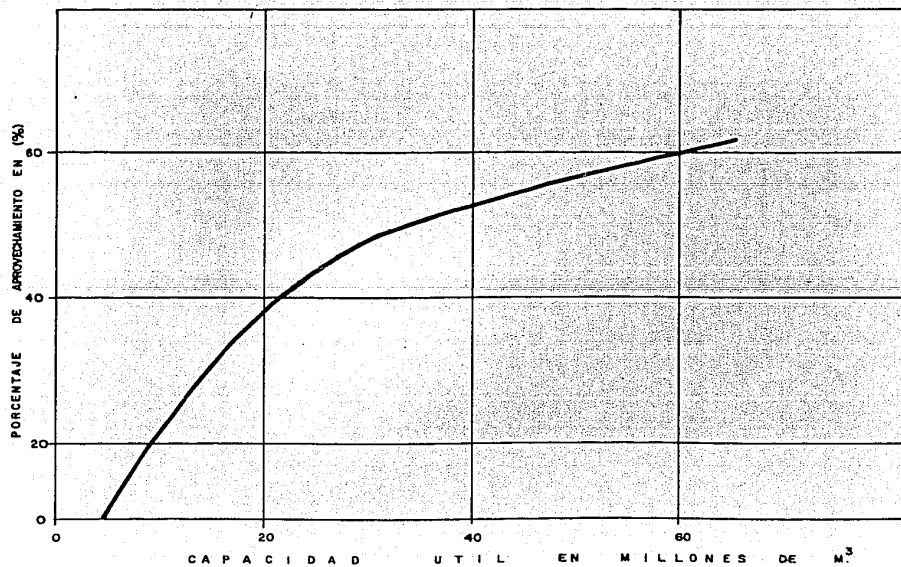
ESTE ANÁLISIS CONSISTE EN CALCULAR LA AVENIDA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 000 AÑOS APLICANDO EL MÉTODO DE GUMBEL, CON BASE EN LOS GASTOS MÁXIMOS ANUALES REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA MÁS CERCANA AL SITIO PROPUESTO.

EL SITIO EN DONDE SE REALIZÓ EL ANÁLISIS ES SANTA RITA, ESTE SE UBICA SOBRE EL ARROYO SANTA RITA AFLUENTE DEL RÍO GUNAJUATO, SE EMPLEO EN EL ANÁLISIS LOS GASTOS MÁXIMOS -- ANUALES REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS TRINIDAD Y TRINIDAD II LAS CUALES PERTENECEN AL RÍO TEMASCATIO YA QUE ES UNA CUENCA ADYACENTE A LA DE ESTUDIO LA CUAL - CARECE DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS. EN LA GRÁFICA V.4.5 - SE PRESENTA LA AVENIDA DE DISEÑO POR $T_r = 10,000$ AÑOS.

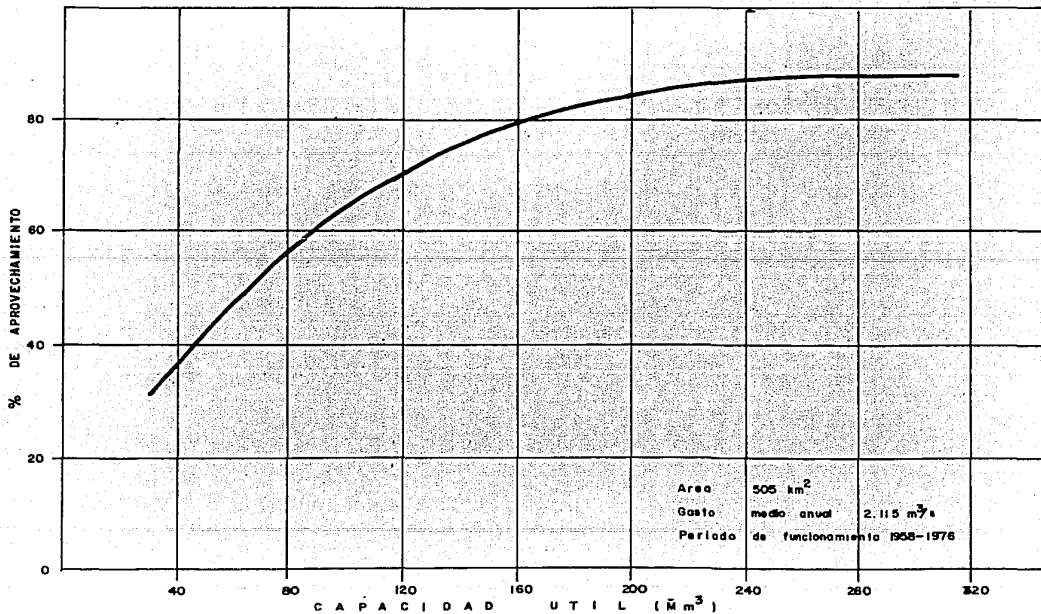
GRAFICA No. 2.3.5. CURVA ELEVACIONES-AREAS. CAPACIDADES DEL SITIO STA RITA.



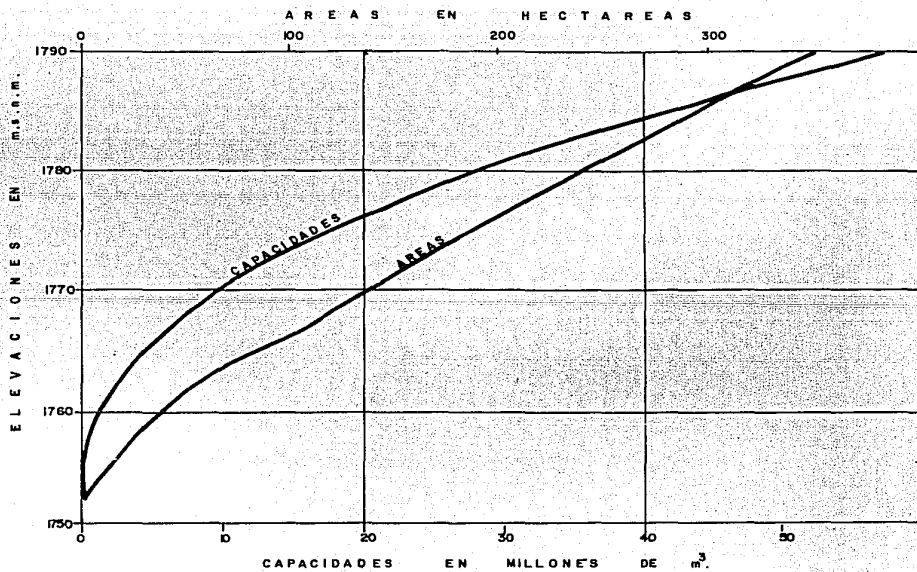
GRAFICA 2.3.2 RESULTADOS DE LOS FUNCIONAMIENTOS DE VASO DE LA PRESA CHICHIMEQUILLAS



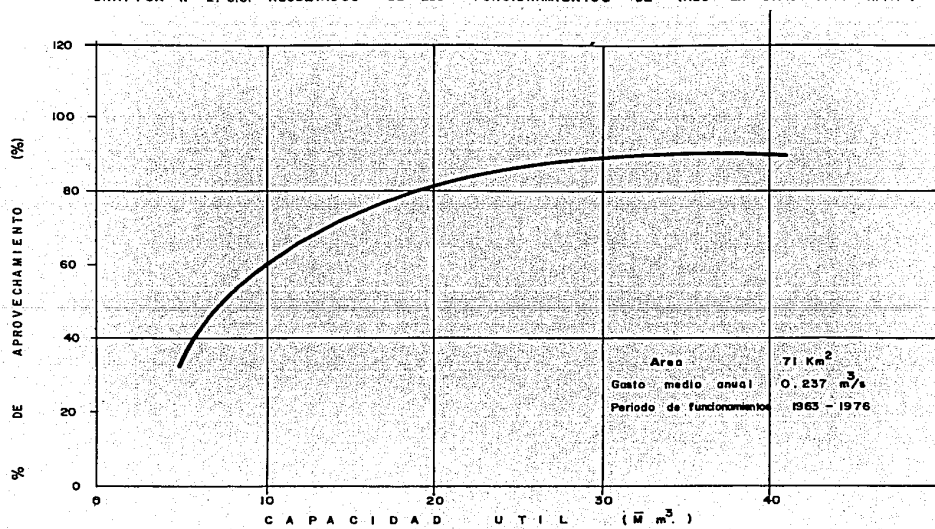
GRÁFICA. No. 23.4 RESULTADO DEL FUNCIONAMIENTO DE VASO EN LA PRESA LA PURISIMA.



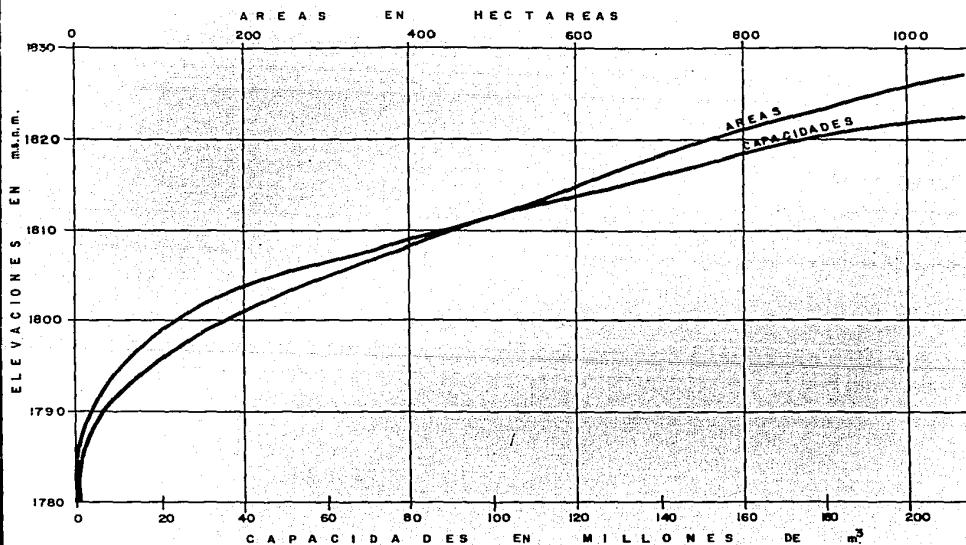
GRAFICA No - V. 3.1. CURVA. ELEVACIONES - AREAS - CAPACIDADES DE LA PRESA CHICHIMEQUILLAS.



GRAFICA NP 2. 3.6. RESULTADOS DE LOS FUNCIONAMIENTOS DE VASO EN SITIO STA. RITA .



GRAFICA 2.3.3. CURVA ELEVACIONES-AREAS- CAPACIDADES DE LA PRESA LA PURISIMA



GRAFICA 2.4.1. AVENIDA DE DISEÑO EN EL SITIO STA RITA (Tr = 10 000 años)

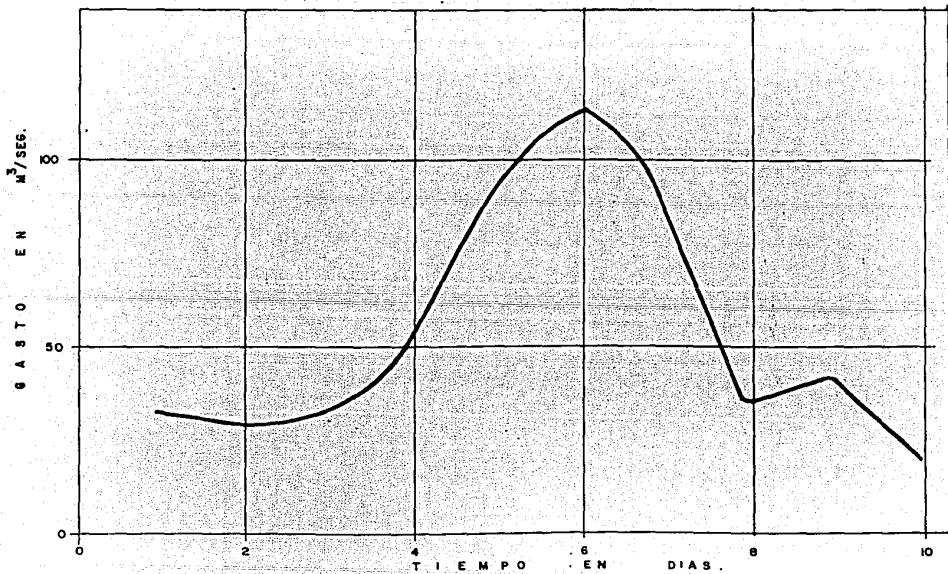


TABLA No. 20.1

DATOS MENSUALES PARA LAS FUNCIONARIAS DE VAGO EN LA
PARTE CENTRORREQUINANA

AÑO	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1948						554	962	2725	13649	2711	5944		
49						474	8153	1523	265	13648	121		
50						0	129	201	117	80			
51						16	57	14	24	10			
52						103	272	527	15824	524			
53						66	1024	102	723	21			2607
54						627	209	151	2935	1200			14673
55						0	1223	252	227	1824			12534
56						1027	112	102	334	722			12049
57						228	143	434	22324	142			23962
58						21	5000	14	211	21			2021
59						0	500	223	2	0			1824
60						0	202	202	1024	222			2222
61						2222	1122	1222	2222	2222			2222
62						12	102	24	1024	202			2012
63						10	2222	2222	2021	122			2222
64						0	112	122	2021	222			1222
65						222	1022	2222	1222	0			2222
66						0	2222	122	2222	222	122		2222

PRECIPITACION MEDIA ANUAL ESTACION CLIMATOLÓGICA DE AGUA

1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

TEMPERATURA MEDIA ANUAL ESTACION CLIMATOLÓGICA DE AGUA

1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

* Los espacios en blanco son considerados como ceros.

TABLE No. 2-3

DATE RANGES FOR THE FULFILLMENTS OF FIVE YEAR RENT
GAMES 1974

AGE	FEBRU	MAR	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPT	OCT	NOV	DEC	ANNUL
17					1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8
18					1.2	1.5	1.9	2.3	2.7	3.1	3.5	3.9
19					1.3	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0
20					1.4	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1
21					1.5	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	4.2
22					1.6	1.9	2.3	2.7	3.1	3.5	3.9	4.3
23					1.7	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4
24					1.8	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5
25					1.9	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6
26					2.0	2.3	2.7	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7
27					2.1	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8
28					2.2	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9
29					2.3	2.6	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.0
30					2.4	2.7	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1
31					2.5	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2
32					2.6	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3
33					2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.0	5.4
34					2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5
35					2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6
36					3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7

FREQUENCY OF RENT RISES IN THE SEVEN SEVEN SEVEN YEARS

17	1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.0	5.4
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

ELABORATED FROM THE BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS, WASHINGTON

17	1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.0	5.4
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS

VI. ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO

VI.1 OROGRAFÍA, HIDROGRAFÍA, GEOHIDROLOGÍA Y GEOLOGÍA.

OROGRAFÍA. AL NORTE DEL ESTADO DE GUANAJUATO CRUZA LA CORDILLERA NEOVOLCÁNICA, ESTE SISTEMA MONTAÑOSO, SE INTEGRA POR VARIAS SIERRAS, TIENE ALTURAS MAYORES A LOS 2000 M.N.S.M. EL SISTEMA MONTAÑOSO DIVIDE PRACTICAMENTE A LA ENTIDAD EN DOS: UNA ES LA AMPLIA EXTENSIÓN DE TIERRAS CONOCIDAS COMO EL BAJÍO, POR UN LADO Y LA SEGUNDA ES LA ZONA NORTE DE LA ENTIDAD.

HIDROGRAFÍA. EL SISTEMA HIDROGRÁFICO DEL ESTADO RECONOCE LAS VERTIENTES DEL OCEANO PACÍFICO Y DEL GOLFO DE MÉXICO Y ESTÁ COMPRENDIDA POR PARTE DE LAS TRES REGIONES HIDROLÓGICAS SIGUIENTES: REGIÓN No. 5 CUENCA DEL RÍO LERMA, No. 11 CUENCA DEL RÍO PANÚCO Y No. 22 LAGO DE CUITZEO.

EL RÍO LERMA SE CONSIDERA COMO LA ESPINA DORSAL DEL CENTRO DEL PAÍS, PENETRA A GUANAJUATO POR EL MUNICIPIO DE TARANDÁCUARO ATRAVESANDO LOS MUNICIPIOS DE YURÉCUCARO, ACÁMBARO, SALVATIERRA, FAROL DEL PROGRESO, VALLE DE SANTIAGO, SALAMANCA, PUEBLO NUEVO, HUANIMARO, ABASOLO Y PÉNJAMO. SUS PRINCIPALES AFLUENTES EN ESTA ZONA SON LOS RÍOS TIGRE, LAJA, TEMASCATÍO, GUANAJUATO, SILAO Y TURBIO.

EL RÍO DE LA LAJA SE INICIA EN LA SIERRA DE SAN FELIPE, DRENA GRAN PARTE DEL ESTADO. EN SU RECORRIDO DE NORTE A SUR ATRAVIESA LOS MUNICIPIOS DE SAN FELIPE, DOLORES HIDALGO, COMONFORT, CELAYA Y CORTÁZAR Y EN LOS ALREDEDORES DE SALAMANCA VIERTI SUS AGUAS EL RÍO LERMA.

EL RÍO TURBIO, DESPUÉS DE NUTRIRSE DE LOS ARROYOS GÓMEZ, JALAPA SABINO, LEÓN Y PÉNJAMO Y RECORRER EL TERRITORIO INTEGRADO POR LOS MUNICIPIOS DE MANUEL DOBLADO, ROMITA, ABASOLO Y PÉNJAMO, ARROJA SU CAUDAL AL RÍO LERMA YA EN LOS LÍMITES ENTRE GUANAJUATO Y MICHOACÁN.

GEOHIDROLOGÍA Y GEOLOGÍA. LA INFORMACIÓN GEOHIDROLÓGICA DE QUE SE DISPONE HA SIDO ELABORADA POR LA SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS A TRAVÉS DE LA SUBDIRECCIÓN DE GEOHIDROLOGÍA Y ZONAS ÁRIDAS Y REPRESENTA EL RESULTADO DE ESTUDIOS GEOHIDROLÓGICOS REALIZADOS DESDE 1957 HASTA 1980.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS Y LAS RECOMENDACIONES DE LOS MISMOS.

CON BASE EN EL PLANO FOTOGEOLÓGICO ELABORADO POR F. MOOSER EN 1962, Y SU CORRELACIÓN CON MOSAICOS AÉREOS ESCALA 1:20,000, SE PUEDE OBSERVAR QUE AFLORAN EN LA REGIÓN ESTUDIADA, DOS TIPOS DE ROCAS: SEDIMENTARIAS E ÍGNEAS.

A) ROCAS SEDIMENTARIAS. LAS ROCAS SEDIMENTARIAS ESTÁN CONSTITUIDAS POR DEPÓSITOS ALUVIALES, PRODUCTO DE LA EROSIÓN Y TRANSPORTE DE ROCAS PREEXISTENTES QUE RELLENARON LAS PARTES BAJAS-

DE LAS CUENCAS Y LAS PORCIONES MARGINALES DE ÉSTAS. ESTAN REPRESENTADAS POR ARCILLAS, ARENAS, LIMOS Y GRAVAS, MEZCLADAS EN DIFERENTES PROPORCIONES, QUE MUESTRAN VARIACIONES ZONALES NOTABLES EN TODA LA EXTENSIÓN DE LA CUENCA, TANTO HORIZONTAL COMO VERTICALMENTE. LOS TAMAÑOS DE LOS CLÁSTICOS EN LAS ARENAS VARÍAN DE MEDIANOS A GRUESOS LO MISMO QUE LAS GRAVAS, QUE EN CIERTAS LOCALIDADES ESTÁN ENTREMEZCLADAS CON CANTOS GRUESOS. INTERCALADOS CON ESTOS MATERIALES SE ENCUENTRAN FRECUENTEMENTE CENIZAS VOLCÁNICAS, TOBAS Y BASALTOS.

EN LA ZONA BAJÍO-CELAYA LOS ESPESORES DE ESTOS SEDIMENTOS SON VARIABLES, Y NO SE HAN DEFINIDO EN TODO EL VALLE, POR CARENCIA DE CORTES LITOLÓGICOS DE POZOS PROFUNDOS. SIN EMBARGO, ESTAS CONFIGURACIONES MUESTRAN QUE EL PRIMER ESPESOR DE RELLENOS, DENTRO DE ESTA ZONA, VARÍA ENTRE 70.0 Y 120.0M. AL NORTE DE LA CIUDAD DE CELAYA; ADELGAZÁNDOSE EN LAS CERCANÍAS DEL POBLADO DE ROQUE, EN DONDE LLEGAN A TENER SÓLO DE 30.0 A 55.0M; ENTRE CORTÁZAR Y JUVENTINO ROSAS, EN LA PARTE CENTRAL DEL VALLE, FLUCTÚAN ENTRE 120.0 Y 280.0M. LOS MAYORES ESPESORES SE ENCUENTRAN EN LOS ALREDEDORES DE SALAMANCA, PRINCIPALMENTE AL S Y SE, DONDE SOBREPASAN LOS 200 M.

BAJO EL PRIMER DERRAME DE BASALTO EXISTEN OTROS RELLENOS QUE DESCANSAN SOBRE UNA SEGUNDA COLADA DE BASALTO. LA PROFUNDIDAD A LA QUE SE ENCUENTRAN LA CIMA DE ESTA SEGUNDA COLADA ENTRE 50.0M AL NORTE DE CELAYA Y 480M. AL SURESTE DE SALAMANCA. EN LOS ALREDEDORES DE LA POBLACIÓN DE CORTAZAR LA PROFUNDIDAD-

ES DE 340.0m. EN GENERAL, ESTA COLADA SE VA PROFUNDIZANDO DE ESTE A OESTE DE LA ZONA BAJÍO-CELAYA.

FUERA DE ESTA NO SE CONTÓ CON DATOS DE GEOLOGÍA SUBTERRÁNEA, POR LO CUAL NO FUE POSIBLE HACER CONFIGURACIÓN ALGUNA.

FISIOGRÁFICAMENTE LAS ZONAS DE RELLENO SE ENCUENTRAN EN LAS ÁREAS PLANAS MÁS BAJAS DE LOS VALLES Y EN LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ENTRE ÉSTAS Y LAS SIERRAS MOSTRANDO UNA ETAPA GEOMORFOLÓGICA DE MADUREZ. ESTAS ROCAS SEDIMENTARIAS CUBREN UNA EXTENSIÓN DE 4700KM², DEL TOTAL DE LA REGIÓN EN ESTUDIO.

LA PARTE SUPERIOR DE ESTOS SEDIMENTOS SE ENCUENTRAN ENTRE LAS ALTITUDES 1700 Y 1800 M.S.N.M.

B)ROCAS IGNEAS. LAS ROCAS IGNEAS QUE AFLORAN EN LA ZONA, QUE HAN SIDO CORTADAS POR PERFORACIONES, SON DE DOS TIPOS: LAVAS Y MATERIALES PIROCLÁSTICOS.

LAVAS, ESTAS ROCAS ESTÁN REPRESENTADAS PRINCIPALMENTE POR BASALTOS ASOCIADOS A TEZONTLES, CUYA ESTRUCTURA VARÍA DE DENSO A FRACTURADO. SE PRESENTAN EN FORMA DE GRANDES APARATOS VOLCÁNICOS, CUYO PRINCIPAL REPRESENTANTE ES EL CERRO DE CULIACÁN Y EN CONOS DE TIPO EXPLOSIVO QUE FORMAN LAS CALDERAS, COMO LAS QUE SE LOCALIZAN SOBRE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO LERMA, EN EL VALLE DE SANTIAGO. ÉSOS VOLCANES MARCAN UNA ZONA DE DEBILIDAD EN LA CORTEZA TERRESTRE, QUE SEGURAMENTE ESTA ASOCIADA CON LA GRAN ZONA DE FALLA CHAPALA-ÁCAMBAY.

EN LA ZONA DE LOS DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS SE ENCUENTRAN DOS COLADOS O DERRAMES DE BASALTO, IDENTIFICADOS Y CORRELACIONADOS POR MEDIO DE POZOS PROFUNDOS PERFORADOS ENTRE SALAMANCA Y CELAYA, GTO.

ROCAS PIROCLÁSTICAS LA PRESENCIA DE TOBAS, CENIZAS Y ARENAS VOLCÁNICAS, EN LA MAYOR PARTE DEL ÁREA, DEMUESTRA LA INTENSA ACTIVIDAD VOLCÁNICA QUE OCURRIÓ EN ALGUNA ÉPOCA.

LOS DIFERENTES TIPOS DE APARATOS VOLCÁNICOS ALTERNARON SUS PERÍODOS DE ACTIVIDAD, ARROJANDO LAVAS O MATERIALES PIROCLÁSTICOS QUE CUBRIERON GRANDES EXTENSIONES O LA ALTERNANCIA DE SEDIMENTOS DE ORIGEN ALUVIAL CON ESTE TIPO DE ROCA VOLCÁNICA, QUE SE ENCUENTRA EN UN GRAN NÚMERO DE POZOS, DEMUESTRA QUE LOS PERÍODOS DE ACTIVIDAD ALTERNARON CON LA ÉPOCA DE DEPÓSITOS Y QUE EL VOLCANISMO FUÉ DE MUCHA INTENSIDAD. ESTOS PIROCLÁSTICOS QUE POR SU ORIGEN SON ÍGNEAS, PUEDEN CONSIDERARSE COMO SEDIMENTARIOS POR SU FORMA DE DEPÓSITO.

VI.2 UNIDADES HIDROGEOLOGICAS.

A) ROCAS SEDIMENTARIAS. DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDEN A MATERIALES DE RELLENO, FORMADOS POR SEDIMENTOS ALUVIALES Y ELUVIALES QUE CUBRIERON LAS PARTES BAJAS, PROVENIENTES DE LA EROSIÓN DE LAS SIERRAS ADYACENTES. LA IMPORTANCIA DE ESTA UNIDAD PARA EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO, ESTRIBA EN QUE CONSTITUYE EL ACUÍFERO PRINCIPAL DE LA REGIÓN.

EN LA ZONA DE ESTUDIO, ESTOS RELLENOS SON LA PRINCIPAL UNIDAD ALMACENADORA DEL AGUA SUBTERRÁNEA, PROVENIENTE DEL AGUA INFILTRADA A TRAVÉS DE ROCAS PERMEABLES, QUE FORMAN PARTE DE LAS SIERRAS MARGINALES DE LA CUENCA Y DE LA INFILTRADA SOBRE LOS MISMOS RELLENOS A TRAVÉS DE TODA SU ÁREA DE AFLORAMIENTO, COMO CONSECUENCIA DE LA LLUVIA Y EL RIEGO.

SUPERFICIALMENTE LA PERMEABILIDAD VERTICAL SE ENCUENTRA SUPEDITADA A LOS TIPOS DE SUELO EXPUESTOS EN LA ZONA, Y CONSTITUYEN UN FACTOR MUY IMPORTANTE EN LA INFILTRACIÓN DEL AGUA QUE POR LLUVIA O RIEGO SE APLICA A LA SUPERFICIE, LA CUAL ES DE ORDEN CONSIDERABLE. DE LA MISMA MANERA, EN LAS ZONAS DE RIEGO POR CANALES SE PRODUCE UNA RECARGA AL ACUÍFERO EN AQUELLOS TRAMOS DE CANAL QUE NO ESTÁN REVESTIDOS.

B) ROCAS IGNEAS. HIDROLÓGICAMENTE LAS ROCAS EN LA ZONA DE ESTUDIO PUEDEN DIVIDIRSE EN LAVAS VOLCÁNICAS Y MATERIAL PIROCLÁSTICO, PERMEABLE E IMPERMEABLE.

LAS LAVAS VOLCÁNICAS SE LOCALIZAN EN TODA LA REGIÓN EN ESTUDIO, RODEANDO GENERALMENTE LOS DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS. ESTAS LAVAS SE ENCUENTRAN ASOCIADAS CON MATERIAL PIROCLÁSTICO, EN APARATOS VOLCÁNICOS, Y EN PEQUEÑAS SIERRAS.

DESDE EL PUENTO DE VISTA HIDROGEOLÓGICO DE LAS ROCAS ÍGNEAS ANTERIORMENTE CITADAS, ÚNICAMENTE LOS BASALTOS FRACTURADOS Y LOS PIROCLÁSTICOS GRUESOS, TIENEN INTERÉS PARA EL PRESENTE ESTUDIO, POR SUS CARACTERÍSTICAS HIDRODINÁMICAS.

LOS BASALTOS EXHIBEN UNA PERMEABILIDAD PRINCIPALMENTE POR FRACTURAS Y UNA ALTA TRANSMISIBILIDAD, COMO SE OBSERVA EN EL CERRO DE LA ALBERCA EN VALLE DE SANTIAGO, QUE ES UN CONO DE TIPO EXPLOSIVO, DONDE EL NIVEL ESTÁTICO ESTABLECIDO SE CORRELACIONA TOPOGRÁFICAMENTE CON EL NIVEL REGIONAL DEL VALLE.

LOS BASALTOS CORTADOS POR ALGUNOS POZOS DENTRO DE ESTA REGIÓN PUEDEN SER MUY PRODUCTORES, CUANDO SE ENCUENTRAN SUBYACIENDO A MATERIALES CONECTADOS CON ACUÍFEROS GRANULARES, COMO SE OBSERVA DESDE LA PARTE NORTE DE LA CIUDAD CELAYA, HASTA EL POBLADO DE ROQUE, ZONA DONDE SE PRESENTAN UNA SERIE DE LENTES DE ARCILLA, QUE EN ESTA ZONA EN PARTICULAR CONFINAN A LA COLADA SUPERIOR DE BASALTO, ÉSTO SE OBSERVA MENOS FRECUENTEMENTE EN LOS POZOS PERFORADOS AL SUR DE CELAYA, DONDE LA COLADA SUPERIOR DE BASALTO PRESENTA MAYOR IRREGULARIDAD TOPOGRÁFICA, YA QUE EXISTEN POZOS A DISTANCIAS NO MAYORES DE 600.0M CON DIFERENCIAS DE ESPESORES DE RELLENOS SUPERIORES A 70.0M. Es PROBABLE QUE LAS COLADAS DE BASALTO SE PROLONGUEN HACIA LAS MARGENES DEL RÍO DE LA LAJA, AL ENTRAR AL VALLE POR EL LADO NORTE, DONDE PODRÍAN ENCONTRARSE A PROFUNDIDADES SUPERIORES A LOS 200.0M.

LAS ROCAS ÍGNEAS BASÁLTICAS EXPUESTAS SUPERFICIALMENTE, PUEDEN SER IMPORTANTES ZONAS DE INFILTRACIÓN. COMO EJEMPLO: SE PUEDE CITAR EL CERRO DE CULIACÁN. CUANDO SE ENCUENTRAN ASOCIADOS CON MATERIAL ESCOREÁCEO, COMO TEZONTLES, CONSTITUYEN COLECTORES MISMOS QUE, BAJO EL NIVEL DE SATURACIÓN REGIONAL, FUNCIONAN COMO TRANSMISORES DEL AGUA PRECIPITADA AL ACUÍFERO PRINCIPAL.

EN EL CERRO DE CULIACÁN EXISTE UN INCIPIENTE DRENAJE ÚNICAMENTE EN EL TERCIO SUPERIOR Y ES INDICATIVO DE QUE LA MAYOR PARTE DE LA PRECIPITACION PLUVIAL SOBRE ESTE CERRO SE INFILTRA, ALIMENTANDO A LOS ACUÍFEROS DE LOS VALLES ADYACENTES. CUANDO ESTE TIPO DE BASALTOS SE ENCUENTRA CUBIERTO POR SEDIMENTOS PERMEABLES, Y SATURADO BAJO DEL NIVEL ESTÁTICO DE LOS ACUÍFEROS, PUEDE CONSTITUIR ZONAS DE GRAN CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN, SI CONSERVA LAS MISMAS PROPIEDADES DE PERMEABILIDAD Y POROSIDAD QUE TIENE EN SU SUPERFICIE.

VI.3. HIDROLOGIA SUBTERRANEA

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, LAS DEMANDAS DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA USO AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, SE HAN INCREMENTADO A UN RITMO CRECIENTE.

DESASFORTUNADAMENTE EN VARIAS ZONAS DEL ESTADO EL VOLUMEN RENOVABLE DE AGUA SUBTERRÁNEA ES REDUCIDO EN COMPARACIÓN CON LA MAGNITUD DE LAS DEMANDAS. EN ESTAS ZONAS, LA EXPLOTACIÓN HA REBASADO CON MUCHO A LA RECARGA DE LOS ACUÍFEROS DESDE HACE VARIOS AÑOS, LO QUE HA DADO LUGAR AL ABATIMIENTO PROGRESIVO DE LOS NIVE-

LES DEL AGUA SUBTERRÁNEA, CON EL CONSIGUIENTE INCREMENTO DE LOS COSTOS DE BOMBEO, ENTRE OTROS EFECTOS PERJUDICIALES.

LA CUENCA DEL RÍO LERMA ES DE PRIMORDIAL IMPORTANCIA ECONÓMICA POR SU GRAN DESARROLLO AGRÍCOLA E INDUSTRIAL, SIENDO EL AGUA DEL SUBSUELO UNO DE LOS FACTORES BÁSICOS QUE SUSTENTAN ESTE DESARROLLO. EN EFECTO, AUNQUE EN LAS ZONAS ALEDAÑAS AL RÍO LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL ES RELATIVAMENTE ABUNDANTE, Y SU CONTROL MEDIANTE OBRAS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN HA PERMITIDO DESARROLLAR LA AGRICULTURA EN UNA EXTENSA ÁREA, EN EL RESTO DE LA CUENCA LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES SON MÁS BIEN ESCASOS Y, POR LO MISMO, LAS DEMANDAS DE AGUA PARA TODO USO SON SATISFECHAS MEDIANTE LA EXTRACCIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA; POR OTRA PARTE, AÚN EN ÁREAS PRÓXIMAS A DICHO RÍO SE UTILIZA PREFERENTEMENTE EL AGUA SUBTERRÁNEA PARA USOS MUNICIPAL, INDUSTRIAL Y DOMÉSTICO, POR SER, EN GENERAL, DE MEJOR CALIDAD QUE EL AGUA SUPERFICIAL. ASÍ, PRÁCTICAMENTE LA TOTALIDAD DEL AGUA UTILIZADA POR LAS INDUSTRIAS Y LOS NÚCLEOS DE POBLACIÓN ENCLAVADOS EN ESTA CUENCA PROCEDE DEL SUBSUELO.

DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOHIDROLÓGICO, LA CUENCA DEL RÍO LERMA CONSTITUYE UNA SOLA UNIDAD, YA QUE LOS ACUÍFEROS DE LOS DIFERENTES VALLES COMPRENDIDOS EN ELLA ESTÁN INTERCONECTADOS SUBTERRÁNEAMENTE, A TRAVÉS DE ESTRECHAS SECCIONES DE MATERIAL ALUVIAL Y/O A TRAVÉS DE RELLENOS PERMEABLES ANTIGUOS QUE SUBYACEN A LAS FORMACIONES VOLCÁNICAS CONSTITUYENTES DE LA MAYORÍA DE LAS SIERRAS LÍMITROFES. SIN EMBARGO, EN MUCHOS CASOS LA INTERCONEXIÓN ENTRE ZONAS O VALLES COLINDANTES ES MUY POBRE, POR LA REDUCIDA

CAPACIDAD TRANSMISORA DE LOS MATERIALES, DE TAL MANERA QUE LA CANTIDAD DE AGUA QUE CIRCULA DE UNO A OTRO ES PEQUEÑA EN COMPARACIÓN CON LOS VOLÚMENES DE RECARGA Y EXPLORACIÓN LOCALES, PARA EFECTOS PRÁCTICOS, POR TANTO VARIOS DE LOS VALLES DE LA CUENCA -- PUEDEN CONSIDERARSE INDEPENDIENTES.

LA ZONA ACUÍFERA DE LOS VALLES DE SILAO, DE ROMITA DE LICEAGA Y DE IRAPUATO FORMAN UN SOLO ACUÍFERO, ESTE ACUÍFERO ACTUALMENTE ESTÁ SOMETIDO A UNA SOBREEXPLOTACIÓN QUE ESTÁ MINADO GRADUALMENTE EL ALMACENAMIENTO SUBTERRÁNEO. LA ZONA DE ESTOS VALLES ES ZONA DE VEDA RÍGIDA EN DONDE SE RECOMIENDA NO INCREMENTAR LAS EXTRACCIONES DEL ACUÍFERO PARA NINGÚN FIN O USO, E INCLUSIVE ES NECESARIO QUE SE DISMINUYAN LAS EXTRACCIONES.

EN LOS VALLES DE SILAO, DE ROMITA DE LICEAGA Y DE IRAPUATO SE TIENEN PERFORADOS ALREDEDOR DE 1400 POZOS, Y DE ELLOS ACTUALMENTE SE EXTRAEN APROXIMADAMENTE 275 Mm^3 ANUALES. ESTAS EXTRACCIONES SE DESTINAN A LOS SIGUIENTES USOS: 35 Mm^3 AL USO URBANO, 5 Mm^3 AL USO INDUSTRIAL, Y 235 Mm^3 AL USO AGRÍCOLA. LA INFORMACIÓN EXISTENTE EN LA SUBDIRECCIÓN DE GEOHIDROLOGÍA Y ZONAS ARIDAS DE LA SARH, PERMITE SUPONER QUE A PARTIR DE 1957 Y HASTA 1970 LAS EXTRACCIONES DEL ACUÍFERO SE INCREMENTARON EN FORMA APROXIMADAMENTE LINEAL, Y A PARTIR DE 1970 SE DECRETÓ UNA VEDA RÍGIDA DESPUÉS DE LA CUAL LOS VOLÚMENES DE EXTRACCIÓN SE HAN MANTENDIO CONSTANTES, CON EXCEPCIÓN DE NUEVAS PERFORACIONES CON EL FIN DE EXTRAER AGUA DEL ACUÍFERO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES ASENTADAS EN EL VALLE. EL ANÁLISIS DE LA CONFIGURACIÓN DE LOS NIVELES ESTÁTICOS DEL ACUÍFERO EN EL VALLE, INDICA QUE EL FLUJO SUBTERRÁNEO SE INICIA AL ESTE DE LA CIUDAD

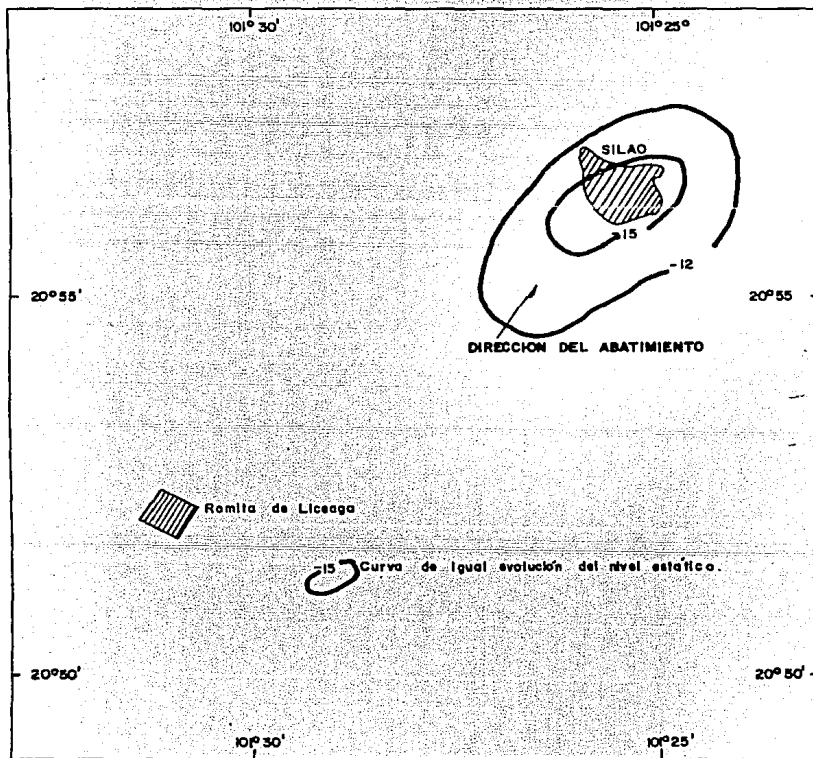
DE LEÓN EN LAS ESTRIBACIONES DE LA SIERRA DE COMANJA Y EL SENTIDO DEL FLUJO ES FRANCO HACIA EL SUR HASTA EL RÍO LERMA.

NO OBSTANTE LA EXISTENCIA DE LA VEDA RÍGIDA A PARTIR DEL AÑO - 1970, LOS NIVELES ESTÁTICOS EN EL VALLE HAN CONTINUADO DESCENDIENDO, DE TAL MANERA QUE EN EL PERÍODO 1971-1980 EL ABATIMIENTO MEDIO ANUAL REGIONAL HA SIDO DEL ORDEN DE 1.20M CON VALORES MÁXIMOS DE 1.50M EN LOS ALREDEDORES DE LA CIUDAD DE SILAO. ESTO ES INDICATIVO DE UNA SOBREEXPLOTACIÓN IMPORTANTE Y DE CONTINUAR CON LAS MISMAS EXTRACCIONES EN LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS EL ABATIMIENTO GENERAL QUE CABE ESPERAR EN EL VALLE SERÁ DEL ORDEN DE 12M. EN LA FIGURA NO. VI.3.1., SE PRESENTA LA EVOLUCIÓN DE NIVELES ESTÁTICOS EN EL VALLE. EN LA FECHA EN QUE SE REALIZÓ ESTE ESTUDIO LA INFORMACIÓN GEOHIDROLÓGICA EXISTENTE ES INCOMPLETA, SIN EMBARGO CON BASE EN LA ÚNICA INFORMACIÓN DISPONIBLE SE ESTIMÓ QUE LA RECARGA MEDIA ANUAL EN EL ACUÍFERO DE LOS VALLES DE SILAO, ROMITA E IRAPUATO ES DEL ORDEN DE 216 Mm^3 , ESTA RECARGA COMPARADO CON LAS EXTRACCIONES ANUALES ACTUALES REFLEJAN UNA SOBREEXPLOTACIÓN DE 59 Mm^3 AL AÑO, ESTA SOBREEXPLOTACIÓN ESTÁ MAS CONCENTRADA EN LAS INMEDIACIONES DE LAS CIUDADES DE SILAO, ROMITA DE LICEAGA E IRAPUATO.

DE LO ANTES EXPUESTO SE DEDUCE QUE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ACUÍFERO DE LOS VALLES DE SILAO, ROMITA E IRAPUATO EN FORMA GLOBAL CORRESPONDE A UN ESTADO DE SOBREEXPLOTACIÓN Y COMO CONCLUSIÓN ENFÁTICAMENTE SE RECOMIENDA NO CONTINUAR INCREMENTANDO LA EXTRACCIÓN DE AGUA EN LAS ZONAS DONDE LOS NIVELES SE ESTÁN ABATIENDO, E INCLUSIVE EN LAS ZONAS DONDE SE REGISTRAN LOS MAYORES-

ABATIMIENTOS ES CONVENIENTE REDUCIR LAS EXTRACCIONES. ES RECOMENDABLE QUE SE LLEVEN A CABO ESTUDIOS GEOHIDROLÓGICOS A DETALLE EN LOS VALLES DE SILAO, ROMITA DE LICEAGA E IRAPUATO, CON EL FIN DE CONOCER LA VERDADERA POTENCIALIDAD DEL ACUÍFERO Y APLICAR UNA POLÍTICA DE EXTRACCIONES ACORDE A DICHA POTENCIALIDAD.

FIG. VI. 3. 1 . . ABATIMIENTO DE NIVELES ESTATICOS EN EL PERIODO
1971 - 1980 DEL ACUIFERO EN EL VALLE DE SILAO.



VII. DEFINICION Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS

VII.1 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

LA DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN BLOQUE A LA CIUDAD DE SILAO, SE REALIZÓ EN FUNCIÓN DE: LAS CARACTERÍSTICAS DE ESCURRIMIENTO DE LA CUENCA DEL RÍO SILAO, LAS CONDICIONES DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE SILAO LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DE ACUERDO A LOS DIFERENTES USOS; Y LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USOS URBANO E INDUSTRIAL DE LA CIUDAD PARA EL AÑO -- 2006.

LOS POSIBLES SITIOS PARA LA SATISFACCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SILAO A TRAVÉS DEL TIEMPO SON LOS SIGUIENTES:

- A) PRESA CHICHIMEQUILLAS
- B) PRESA LA PURÍSIMA
- C) SITIO SANTA RITA
- D) ACUÍFERO VALLE DE SILAO EN LA ZONA DE AMPLIACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RIEGO DE LA PRESA LA PURÍSIMA.
- F) DISTRITO DE RIEGO TÉCNIFICADO.

VII. 2 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

EL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE SILAO, BASICAMENTE CONSISTIÓ EN -- CALCULAR PARA CADA UNA DE LAS POSIBLES FUENTES DE ABASTECIMIENTO LAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS Y FÍSICAS DE LAS -- PRINCIPALES OBRAS QUE INTEGRAN EL APROVECHAMIENTO EN BASE A LOS PLANOS TOPOGRÁFICOS ESCALA 1:50,000 DE DETENAL. EL ANÁLISIS SE REALIZÓ PARA TRES DIFERENTES GASTOS DE ABASTECIMIENTO EN CADA UNA DE LAS FUENTES. LA RAZÓN DE REALIZAR EL ANÁLISIS PARA DIFERENTES GASTOS, SE DEBE A QUE CADA FUENTE PUEDE ABASTECER A LA CIUDAD DESDE UN GASTO IGUAL A CERO, HASTA UN GASTO IGUAL A EL MÁXIMO CAUDAL QUE ES POSIBLE APROVECHAR EN ESTE SITIO O LA MÁXIMA DEMANDA POR SATISFACER DE TAL SUERTE QUE LA SATISFACCIÓN DE LA DEMANDA TOTAL ES POSIBLE CUMPLIRLA CON MÁS DE UN SITIO DE ABASTECIMIENTO, AUNQUE UNO O MÁS DE ESTOS SITIOS SATISFAGAN POR SI SOLOS LA DEMANDA TOTAL.

EN CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS SE DETERMINARON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PROYECTO:

- ALTURA DE CORTINA
- CAPACIDAD MUERTA
- CAPACIDAD UTIL
- SUPERFICIE INUNDADA
- ELEVACIÓN DE LA TOMA
- LONGITUD Y DIÁMETRO DE LA CONDUCCIÓN
- LONGITUD DE LINEAS DE TRANSMISIÓN

- AFECTACIONES POR SUPERFICIE INUNDADA
- AFECTACIONES POR HABITANTE
- AFECTACIONES AL RIEGO.

LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO SE INTEGRA POR LA SIGUIENTES OBRAS:

- DE CAPTACIÓN
- DE CONDUCCIÓN
- DE ENTREGA

LAS OBRAS DE CAPTACIÓN SE COMPONEN DE UNA PRESA DE ALMACENAMIENTO O DE DERIVACIÓN EN EL CASO DE LAS FUENTES SUPERFICIALES Y DE POZOS PROFUNDOS EN UN MANTO ACUÍFERO EN EL CASO DE LAS FUENTES SUBTERRÁNEAS. LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CAPTACIÓN SE DEFINEN CON BASE EN LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS SEGÚN CORRESPONDA.

LAS OBRAS DE CONDUCCIÓN SE INTEGRAN POR TUBERÍAS DE ACERO Y PLANTAS DE BOMBEO EN LOS CASOS NECESARIOS. LOS TRAZOS DE LA CONDUCCIÓN SE ELABORAN EN PLANOS TOPOGRÁFICOS ESCALA 1:50,000. LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS DE CONDUCCIÓN SE DEFINEN CON BASE EN UN ANÁLISIS ECONÓMICO, SELECCIONÁNDOSE LA MEJOR COMBINACIÓN TUBERÍA-PLANTA DE BOMBEO, CONSIDERANDO PARA ELLO LOS SIGUIENTES COSTOS:

- DE TUBERÍA
- PLANTA DE BOMBEO
- COSTO ANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA CONDUCCIÓN CONSISTE EN CALCULAR EL COSTO DE LAS OBRAS CON BASE EN PRECIOS ÍNDICE, OBTENER EL VALOR PRESENTE DEL COSTO DE LAS OBRAS Y DEL COSTO ANUAL DE OPERACIÓN PARA UNA TASA DE INTERÉS ANUAL DEL 18%*

LAS OBRAS DE ENTREGA ESTAN DEFINIDAS POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE ACUERDO AL GASTO PROPORCIONADO.

LA CIUDAD DE SILAO SE ASIENTA DENTRO DE LA REGIÓN DEL BAJÍO, ESTA REGIÓN SE CARACTERIZA POR TENER UNA NULA DISPONIBILIDAD DE AGUA AÚN NO COMPROMETIDA, E INCLUSIVE LOS ACUÍFEROS DE LA REGIÓN SE ENCUENTRAN EN CONDICIONES DE SOBREEXPLOTACIÓN ADEMÁS DENTRO DE LA REGIÓN DEL BAJÍO TAMBIÉN SE SITUAN CIUDADES MÁS GRANDES QUE LA DE SILAO, COMO LO SON LAS DE LEÓN, IRAPUATO, SALAMANCA, CELAYA Y QUERÉTARO CUYAS DEMANDAS DE AGUA POTABLE SON BASTANTE MAYORES A LAS DE LA CIUDAD DE SILAO.

DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO SILAO DONDE SE ASIENTA LA CIUDAD DE SILAO, GTO., SE CONCLUYE QUE, PRACTICAMENTE EN LAS PARTES ALTAS DE LA CUENCA, ES MÍNIMO EL GASTO QUE SE PUEDE GARANTIZAR PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DEBIDO A QUE LA TOPOGRAFÍA ES DE PENDIENTES MUY FUERTES Y Poca disponibilidad de escurrimiento. CON RESPECTO A LA DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, LA ZONA ESTA POBLADA --

*ESTIPULADO POR EL BANCO DE MÉXICO.

DE POZOS CUYOS USOS CORRESPONDEN AL RIEGO DE TERRENOS AGRÍCOLAS, Y AL ABASTECIMIENTO PARA USO URBANO E INDUSTRIAL, LAS CONDICIONES ACTUALES DEL ACUÍFERO SON DE SOBREEXPLOTACIÓN, ENCONTRÁNDOSE ZONAS ALREDEDOR DE LA CIUDAD EN DONDE SE CONCENTRA EL ABATIMIENTO DE LOS NIVELES ESTÁTICOS CON BASE EN LAS CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS SE PLANTEARON ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO QUE CONTEMPLA EL CAMBIO DE USO DEL AGUA. ESTE CAMBIO DE USO CONSISTE EN QUE PARTE DEL AGUA DESTINADA AL RIEGO DE SUPERFICIES AGRÍCOLAS SE ASIGNE AL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD, LO QUE OBLIGA A BAJAR LA PRODUCCIÓN DE LOS TERRENOS AGRÍCOLAS QUE YA NO SE LES PROPORCIONARÁ RIEGO. TAMBIÉN SE PLANTEAN ALTERNATIVAS QUE CONSISTEN EN:

- APROVECHAR LAS AGUAS DEL ACUÍFERO QUE SE LIBERARÁN AL AMPLIARSE LA SUPERFICIE DE RIEGO DE LA PRESA LA PURÍSIMA
- REUTILIZAR LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UN DISTRITO DE RIEGO TÉCNIFICADO Y APROVECHAR LAS AGUAS DEL ACUÍFERO QUE SE LIBERAN EN LAS SUPERFICIES BENEFICIADAS.

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN BREVEMENTE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS.

PRESA CHICHIMEQUILLAS. ÉSTA PRESA SE UBICA EN EL ESTADO DE GUANAJUATO DENTRO DEL MUNICIPIO DE SILAO, ESTÁ SOBRE EL ARROYO EL GIGANTE, PRINCIPAL FORMADOR DEL RÍO SILAO. ESTA PRESA SE LOCALIZA A 4 KM. AL NORTE DE LA CIUDAD DE SILAO.

SUS COORDENADAS GEOGRÁFICAS SON: $101^{\circ} 28' 00''$ DE LATITUD OESTE DEL MERIDIANO DE GREEAWICH Y $21^{\circ} 02' 30''$ DE LATITUD NORTE. LA-PRESA CHICHIMEQUILLAS SE CONSTRUYÓ PRINCIPALMENTE CON EL OBJETO DE PREVENIR CONTRA INUNDACIONES A LA CIUDAD DE SILAO, EN EL PUNTO DONDE SE LOCALIZA LA PRESA EL ARROYO EL GIGANTE LLEVA UN ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE $0.318 \text{ m}^3/\text{s}$ PRODUCIDO POR UNA CUENCA DE DRENAJE DE 244 Km^2 . EN ESTA PRESA SE PLANTEA SOBRELLEVARLA-PARA INCREMENTAR SU CAPACIDAD UTIL Y CON LOS VOLÚMENES REGULA--DOS SATISFACER LAS DEMANDAS DE AGUA DE LA CIUDAD DE SILAO, EN ESTE APROVECHAMIENTO SE ANALIZARON DOS ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO PARA LOS GASTOS DE $0.090 \text{ m}^3/\text{s}$ Y $0.185 \text{ m}^3/\text{s}$. LAS CARAC RÍSTICAS GENERALES DEL APROVECAMIENTO SON: LONGITUD DE CONDUCCIÓN 10.2 Km TRABAJANDO A GRAVEDAD Y SOBREELEVACIÓN MÁXIMA DE LA CORTINA 5.0m .

EN LAS FIGURAS No. VII.2.1 Y VII.2.2 SE PRESENTAN ESQUEMÁTICA MENTE LA PLANTA PERFIL DE ESTE APROVECHAMIENTO Y EN LAS TABLAS VII.2.1. Y VII.2.2 SE PRESENTAN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS ALTERNATIVAS ANALIZADAS EN ESTE APROVECHAMIENTO.

PRESA LA PURÍSIMA. ESTA PRESA SE LOCALIZA EN EL MUNICIPIO DE IRAPUATO DENTRO DEL ESTADO DE GUANAJUATO, SUS COORDENADAS GEO--GRÁFICAS SON" $101^{\circ} 17' 25''$ DE LONGITUD OESTE DEL MERIDIANO DE GREENWICH Y $20^{\circ} 51' 30''$ DE LATITUD NORTE SE UBICA A 5.5 Km AL --NORTE DEL POBLADO ALDAMA Y A 16 Km EN LÍNEA RECTA AL SURESTE DE LA CIUDAD DE SILAO. EL OBJETO DE ESTA PRESA ES PROTEGER DE INUN DANCIONES A LA CIUDAD DE IRAPUATO Y PROPORCIONAR RIEGO A UNA SU PERFICIE DE 4000 Ha . EN ESTA PRESA SE PLANTBAN CUATRO ALTERNATI VAS, DOS DE ELLAS CORRESPONDEN A CAMBIAR EL USO DEL AGUA, DE U-

SO AGRÍCOLA A USO PARA AGUA POTABLE Y LAS OTRAS DOS CONTEMPLAN LA SOBREELEVACIÓN DE LA PRESA, PARA APROVECHAR LA CAPACIDAD ADICIONAL DE REGULACIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD DE SILAO. EL RÍO GUANAJUATO EN EL SITIO DONDE SE UBICA LA PRESA LLEVA UN ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL DE 2.115 M³/s. EN ESTE APROVECHAMIENTO SE ANALIZARON SOBREELEVANDO LA PRESA Y SIN SOBREELEVACIÓN DE LA PRESA DE CONTEMPLA EL CAMBIO DE USO DEL AGUA CAMBIANDO DEL USO AGRÍCOLA AL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE SILAO. ESTAS ALTERNATIVAS TIENEN EL INCONVENIENTE DEL PROBLEMA SOCIAL QUE OCASIONA EL CAMBIO DE USO DEL AGUA EN TANTO NO SE REVUELVA ESTE PROBLEMA, ES IMPOSIBLE LLEVAR A LA REALIDAD CUALQUIERA DE ESTAS ALTERNATIVAS. LAS CARACTERISTICAS GENERALES Y DE LAS ALTERNATIVAS SON:

- SOBREELEVACIÓN DE LA PRESA VARIABLE ENTRE 0.5M Y 1.5M.
- LONGITUD DE CONDUCCIÓN DE 16.3 KM. TRABAJANDO A PRESIÓN.

EN LAS FIGURAS VII.2.3 Y VII.2.4. SE PRESENTAN ESQUEMATICAMENTE LA PLANTA PERFIL DE ESTE APROVECHAMIENTO Y EN LAS TABLAS NOS. VII.2.1. Y VII.2.2. SE PRESENTAN LAS CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS.

SITIO SANTA RITA. ESTE SITIO SE LOCALIZA DENTRO DEL MUNICIPIO DE IRAPUATO EN EL ESTADO DE GUANAJUATO SOBRE EL ARROYO SANTA RITA AFLUENTE IZQUIERDO DEL RÍO GUANAJUATO, SUS COORDENADAS GEOGRÁFICAS SON: 101° 17' 30" DE LONGITUD OESTE DEL MERIDIANO DE GREENWICH Y 20° 45' 30" DE LATITUD NORTE, SE UBICA A 6.5 KM. AL SURESTE DEL POBLADO ALDAMA Y A 23.5 KM EN LÍNEA RECTA AL SURESTE DE LA CIUDAD DE SILAO. EN EL LUGAR DONDE SE UBICA EL SITIO -

PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PRESA DE ALMACENAMIENTO EL ARROYO SANTA RITA LLEVA UN ESCURRIMIENTO ANUAL DE $0.237 \text{ m}^3/\text{s}$. EN ESTE ARROYO ES POSIBLE APROVECHAR EL 85% DEL ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL, SIN EMBARGO LA BOQUILLA, DONDE SE PROPONE CONSTRUIR LA PRESA, ES MUY AMPLIA, LO QUE INCREMENTA EL COSTO DE LAS OBRAS. EN ESTE PROYECTO SE ANALIZARON DOS ALTERNATIVAS, PARA LOS GASTOS DE $0.090 \text{ m}^3/\text{s}$, LAS CARACTERISTICAS GENERALES DEL APROVECHAMIENTO SON:

- ALTURA MÁXIMA DE CORTINA 56M
- LONGITUD DE CONDUCCIÓN 27.5 KM TRABAJANDO A PRESIÓN --
CON DIÁMETROS EN LA CONDUCCIÓN DE 12 " Y 20"

EN LAS FIGURAS VII.2.5 Y VII.2.6. SE PRESENTAN EQUEMATICAMENTE ESTE APROVECHAMIENTO EN PLANTA Y PERFIL EN LAS TABLAS NOS. VII.2.1. Y VII.2.2. SE PRESENTAN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE ESTA ALTERNATIVA.

ACUÍFERO VALLE DE SILAO. LA ZONA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE SILAO EN DONDE SE PLANTEA PERFORAR POZOS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD EN ESTUDIO Y SUSPENDER EL RIEGO A SUPERFICIES AGRÍCOLAS, SE LOCALIZA ENTRE LOS MUNICIPIOS DE SILAO E IRAPUATO EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, ENTRE LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS: $101^{\circ} 23' 30''$ DE LONGITUD OESTE DEL MERIDIANO DE GREENWICH Y $20^{\circ} 51' 30''$ Y $20^{\circ} 55' 00''$ DE LATITUD NORTE, LA PARTE CENTRAL DE ESTA ZONA SE LOCALIZA A 6 KM. AL SUR DE LA CIUDAD DE SILAO. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE SILAO ES DE SOBREEXPLORACIÓN, ESTA SOBREEXPLORACIÓN ES MAS CRÍTICA EN LA CIUDAD Y SUS ALREDEDORES EN DONDE SE REGIS-

TRAN LOS MAYORES ABATIMIENTOS DE LOS NIVELES ESTÁTICOS. EN ESTE ACUÍFERO ES RECOMENDABLE NO SEGUIR SOBREEXPLOTANDO, E INCLUSIVE ES CONVENIENTE REDUCIR LA EXTRACCIÓN DE AGUA CON EL OBJETO DE PERMITIR LA RECUPERACIÓN DE LOS NIVELES ESTÁTICOS Y TENDER A MANTENER EL ACUÍFERO EN EQUILIBRIO. EL PLANTEAMIENTO EN ESTE APROVECHAMIENTO, DADAS LAS CONDICIONES DE SOBREEXPLOTACION, ES CAMBIAR EL USO DEL AGUA, DEL USO AGRÍCOLA AL USO URBANO E INDUSTRIAL. EN EL ACUÍFERO DEL VALLE DE SILAO SE ANALIZARON DOS ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO CORRESPONDIENTES A LOS GASTOS DE 0.090 M³/S Y 0.185. LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL APROVECHAMIENTO SON:

- PROFUNDIDAD DE PERFORACIÓN DE LOS POZOS 150M
- LONGITUD DE LA CONDUCCION 7.5 KM. TRABAJANDO A PRESIÓN Y RENDIMIENTO DE LOS POZOS 40 LPS.

EN LAS FIGURAS NOS. VII.2.7 Y VII.2.8 SE PRESENTAN ESQUEMÁTICAMENTE LA PLANTA Y EL PERFIL DE ESTE APROVECHAMIENTO, Y EN LAS TABLAS NO. VII.2.1. Y VII.2.2 SE PRESENTAN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS ALTERNATIVAS ANALIZADAS EN EL ACUÍFERO DEL VALLE DE SILAO.

ACUÍFERO VALLE DE SILAO EN LA ZONA DE AMPLIACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RIEGO DE LA PRESA LA PURÍSIMA. ACTUALMENTE LA PRESA LA PURÍSIMA PROPORCIONA RIEGO SIRVE A 4000 HA. DE TERRENOS AGRÍCOLAS LOCALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE IRAPUATO, SE TIENE EN PROYECTO AMPLIAR ESA SUPERFICIE DE RIEGO HASTA 8000 HA., LA ZONA DE RIEGO DE LA PRESA LA PURÍSIMA SE UBICA ENTRE LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS 101° 20' 00" Y 101° 25' 30" DE LONGITUD OESTE DEL MERIDIANO DE GRENWICH Y ENTRE LOS 20° 45' 00" Y 20° 50' 30" DE

LATITUD NORTE, LA PARTE CENTRAL DE ESTA ZONA ESTÁ A 15 KM AL SUR DE LA CIUDAD DE SILAO. EL PLANTEAMIENTO EN ESTE APROVECHAMIENTO CONSISTE EN RESERVAR LAS AGUAS DEL ACUÍFERO QUE SE LIBERARÁN AL AMPLIAR LA SUPERFICIE DE RIEGO DE LA PRESA LA PURÍSIMA, MANTENIENDO EL ACUÍFERO EN EQUILIBRIO. EN LAS 4000 HA. ADICIONALES QUE SE REGARÁN CON AGUAS DE LA PRESA, AL SUSPENDER LAS EXTRACCIONES PARA USO AGRÍCOLA EN ESTA SUPERFICIE, SE LIBERARÁ UN GASTO DE $0.365 \text{ m}^3/\text{s}$ DEL CUAL SE PUEDEN RESERVAR $0.185 \text{ m}^3/\text{s}$ PARA SATISFACER LAS DEMANDAS DE AGUA DE LA CIUDAD DE SILAO. EN ESTE APROVECHAMIENTO QUE CORRESPONDEN A LOS GASTOS DE $0.090 \text{ m}^3/\text{s}$ Y $0.185 \text{ m}^3/\text{s}$ SUS CARACTERÍSTICAS GENERALES SON:

- PROFUNDIDAD DE PERFORACIÓN DE LOS POZOS 150M, RENDIMIENTO DE CADA POZO 40 LPS.
- LONGITUD DE CONDUCCIÓN 12.5 KM. TRABAJANDO A PRESIÓN.

EN LAS FIGURAS NOS. VII.2.9 Y VII.2.10 SE PRESENTA ESQUEMÁTICAMENTE LA PLANTA Y PERFIL DE ESTE APROVECHAMIENTO, Y EN LAS TABLAS NOS. VII.2.1 Y VII.2.2, SE PRESENTAN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS ALTERNATIVAS ANALIZADAS.

DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO. COMO UNA POSIBLE FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE SILA GTO., SE CONSIDERO LA CONSTRUCCIÓN DE UN DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO AL SUR DE LA CIUDAD. EL PLANTEAMIENTO CONSISTE EN REUTILIZAR LAS AGUAS NEGRAS EFLUENTES DE LA CIUDAD, PROPORCIONARLES UN TRATAMIENTO PRIMARIO Y EMPLEARLAS EN EL RIEGO DE SUPERFICIES AGRICOLAS DEL VALLE DE SILAO. EN EL ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA SE CONSIDERARON LAS SIGUIENTES HIPÓTESIS.

- 1) EN EL VALLE DE SILAO ACTUALMENTE SE ESTAN UTILIZANDO LAS AGUAS NEGRAS DE LA CIUDAD PARA EL RIEGO, LO ANTERIOR QUEDA COMPROBADO CON REGISTROS DE ESCURRIMIENTOS DE LA ESTACION DE SILAO, EN DONDE EL ESCURRIMIENTO ES PRACTICAMENTE DE $0 \text{ m}^3/\text{s}$ EN EPOCA DE ESTIAJE. LA SUPERFICIE REGABLE EN EL VALLE DE SILAO ES DE APROXIMADAMENTE 40,000 HA. SE HACE LA HIPÓTESIS DE QUE LOS EFLUENTES DE LA CIUDAD SE REUTILIZARAN EN EL DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO, Y LAS DERIVACIONES UBICADAS AGUAS ABAJO SOBRE EL RÍO SILAO YA NO PODRAN EMPLEAR ESTOS VOLUMENES.
- 2) LAS INDUSTRIAS ASENTADAS EN LA CIUDAD DESCARGAN SUS EFLUENTES AL AISTEMA DE ALCANTARILLADO, CON UN NIVEL DE CONTAMINACION SIMILAR AL DE LOS EFLUENTES DE LAS CASAS HABITACIÓN. PLANTEAR UNA ALTERNATIVA CON ESTA CONDICIÓN, EQUIVALENTE A INCREMENTAR EN FORMA CONSIDERABLE

EL COSTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES

3) LA ALTERNATIVA SE ANALIZO, CONSIDERANDO QUE EN EL AREA DONDE SE PLANTEA CONSTRUIR EL DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO, SE PODRA EXTRAER UNICAMENTE EL VOLUMEN DE AGUA QUE PERMITA MANTENER EL ACUÍFERO EN EQUILIBRIO.

4) EN EL SUR DE LA CIUDAD DE SILAO SOBRA SUPERFICIE EN -- DONDE UBICAR EL DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO, EL LU-- GAR MÁS CONVENIENTE PARA UBICARLO ESTA MÁS CERCA POSI-- BLE O LA CIUDAD.

LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN EL DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO SON LOS SIGUIENTES:

A) LA RECARGA AL ACUÍFERO DEL RÍO GUANAJUATO SE ESTIMA-- QUE ES DE 216 MILLONES DE METROS CUBICOS, AL AÑO, Y LA SUPERFICIE QUE OCUPA EL ACUÍFERO DEL RÍO GUNAJUA-- TO ES DE APROXIMADAMENTE 75 000 HA, DE LO ANTERIOR -- RESULTO QUE LA RECARGA MEDIA ANUAL PROMEDIO DEL ACUÍ-- FERO POR CADA 1 000 HA. ES DEL ORDEN DE 2,88 MILLO-- NES DE METROS CUBICOS.

B) ACTUALMENTE LA CIUDAD DE SILAO RECIBE UN GASTO DE -- $0.132 \text{ m}^3/\text{s}$ DE AGUA POTABLE PARA USO URBANO E INDUS-- TRIAL LOS EFLUENTES DE LA CIUDAD SON DE APROXIMADA-- MENTE $0.106 \text{ m}^3/\text{s}$ DE ESTE GASTO DEBIDO A QUE EN LAS - CERCANÍAS DE LA CIUDAD NO SE DISPONE DE CAPACIDAD DE ALMA-- CENAMIENTO PARA REGULAR MENSUALMENTE LOS EFLUENTES, DEL GASTO DE

SALIDA ÚNICAMENTE ES POSIBLE APROVECHAR EL 60%, ESTE ES 0.63 m³/s CON ESTE GASTO PROPORCIONANDO UNA LÁMINA BRUTA DE 0.60 M. DADO QUE SERÁ UN DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO, ES POSIBLE REGAR UNA SUPERFICIE DE 333 HA. A -- CAMBIO SE PODRÁ EXTRAER DE ESTA SUPERFICIE Y DEL ACUÍFERO UN GASTO DE 0.030 m³/s. SE OBSERVA QUE EL DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO NO REPRESENTA UNA FUENTE IMPORTANTE DE ABASTECIMIENTO, YA QUE EL GASTO ADICIONAL QUE DEMANDA LA CIUDAD EN EL AÑO 2006 ES DE 0.185 Y LOS 0.030 m³/s REPRESENTAN EL 16.49% DE ESTE.

EN EL AÑO 2006 SEGUIENDO EL MISMO PROCEDIMIENTO SE PODRÁ EMPLEAR DE ESTA FUENTE CUANDO MÁS DEL ORDEN DE ---- 0.073 m³/s Y LA DEMANDA TOTAL SERÁ DE 0.380 m³/s.

LAS INVERSIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO SON ALTAS, Y SIN EMBARGO LOS BENEFICIOS ADICIONALES EN EL RENGLÓN AGRÍCOLA NO PODRÁN SER DE LA MISMA MAGNITUD OCACIONANDO LO ANTERIOR PORQUE EL BENEFICIO A CONSIDERAR SERÍA LA DEFERENCIA ENTRE LA SITUACIÓN ACTUAL Y CON EL DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO.

LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ESTA ALTERNATIVA SON:

- LONGITUD DE CONDUCCIÓN 3.0 KM
- RENDIMIENTO DE LOS POZOS DE 40 LPS.

TABLA VII.2.1.

CARACTERISTICAS FISICAS DELAS ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA	QM. ANUAL M ³ /S	QM. APROV. M ³ /S	% DE APROV. %	CAP. INVENTA. M ³	CAP. UTIL M ³	CAP. TOTAL M ³	ELEV. CAJON MSNM	ELEV. CORONA MSNM	ALT. MAX. CORTINA
PRESA CHICHIMEQUILLAS	0.318	0.090	28.30	1.00	16.60	17.60	1,849.0	1,875	26.00
	0.318	0.185	58.18	1.00	24.80	25.80	1,849.0	1,879	30.00
SOBRE ELEVACION PRESA LA PURISIMA	2.115	1.560	73.75	25.00	175.00	200.00	1,780.0	1,825	45.50
	2.115	1,645	77.78	25.00	180.00	205.00	1,780.0	1,827	46.50
SITIO SANTA RITA	0.237	0.090	37.97	3.65	5.00	8.65	1,770.0	1,810	40.00
	0.237	0.185	78.06	3.65	17.50	20.65	1,770.0	1,830	60.00
ACUIFERO DE SILAO		0.090							
		0.185							
ACUIFERO DE SILAO AMP. ZONA DE RIESGO.		0.090							
		0.185							
DIST. DE RIEGOTECNIFICADO		0.073							

TABLA VI. 2.2 .

POTENCIA DIAMETROS Y AFECTACIONES

ALTERNATIVA	Q.M. APROV. M ³ /S	ELEVACION TONA M.S.N.M.	HE -M-	HD -M-	HDP -M-	HF -M-	PPB -HP-	PPP -HP-	Ø PULG.	L -KM-	CAMINOS -KM-	AFECT. NA -HA-	AFECT. AL RIEGO -HA-
PRESA CHICHIMEQUILLAS	0.090 0.185	1,855 1,855	70 70	70 70					12 20	10.2 10.2	10.2 10.2	17 35	
PRESA LA PURISIMA	0.090 0.185	1,804 1,804	81 81	68 68		14 4	130 224		12 20	16.3 16.3	4.0 4.0		283.5 583.0
SITIO STA. RITA	0.090 0.185	1,798 1,798	75 75	55 55		10 4	102 190		12 20	27.5 27.5	2.0 2.0	516 1,034	
ACUIFERO VALLE DE SILAO	0.090 0.185		5 5	30 30	450 750	35 32		813 2,635	12 16	7.5 7.5			283.5 583.0
ACUIFERO DE SILAO AMPLIFICANDO ZONA DE RIEGO	0.185		15	50	750	113	530	2,434	20	12.5			
DISTRITO DE RIEGO TECNIFICADO	0.073				300			385	12	3			333.0

HE - CARGA ESTÁTICA
 HD - DINÁMICA POR DESNIVEL TOPOGRÁFICO
 HDP - CARGA DINÁMICA EN LA SUCCIÓN
 PPB - POTENCIA EN PLANTA DE SOMBEO
 PPP - POTENCIA EN POZO PROFUNDO
 HF - PERDIDAS DE FRICCIÓN EN LÍNEA POR BOMBEO.

FIG. VII . 2 . 1 . PLANTA DEL APROVECHAMIENTO PRESA CHICHIMEQUILLAS .

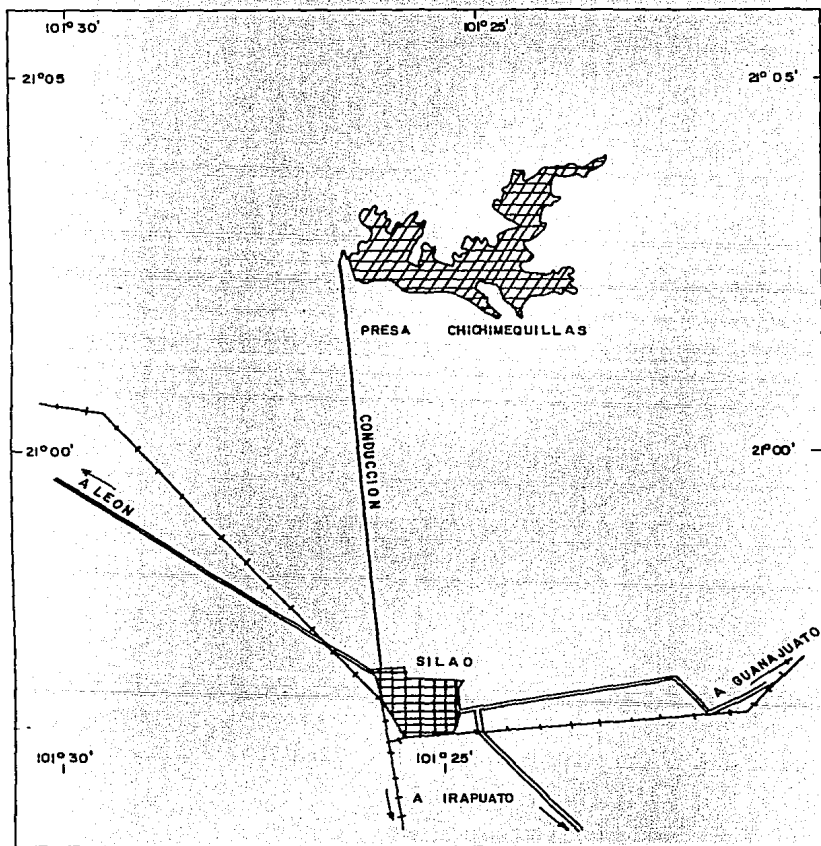


FIG. VII. 2. 2. PERFIL DEL APROVECHAMIENTO CHICHIMEQUILLAS.

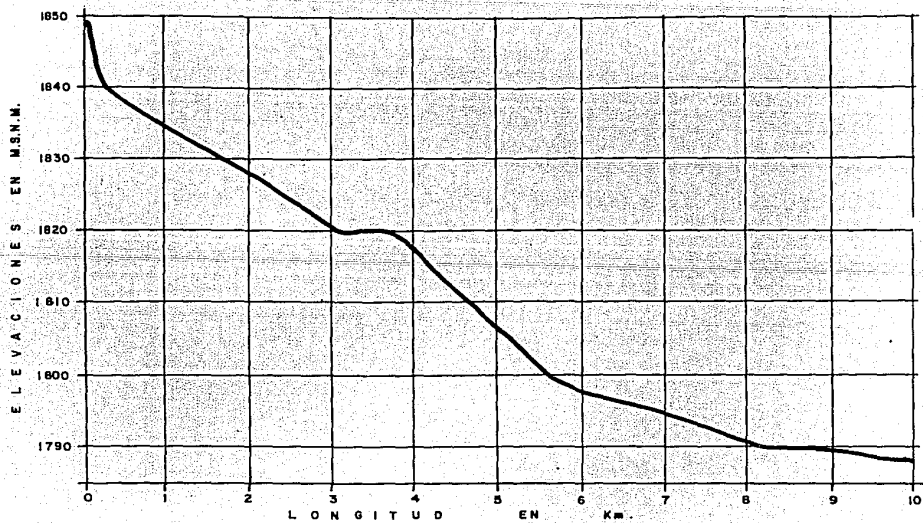


FIG. VII . 2 . 3 . PLANTA DEL APROVECHAMIENTO PRESA LA PURISIMA.

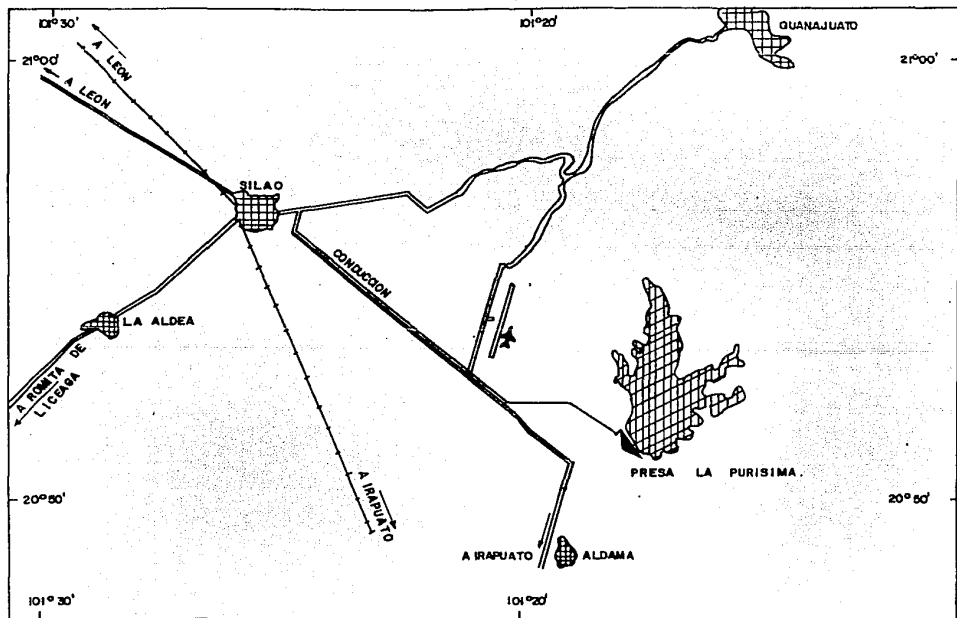


FIG. VII. 2. 4 . PERFIL DEL APROVECHAMIENTO PRESA LA PURISIMA .

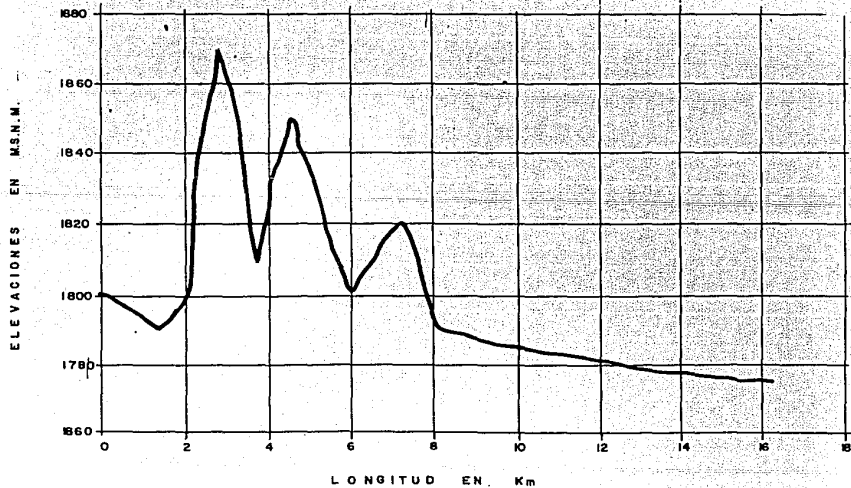


FIG. VII. 2. 5 . PLANTA DEL APROVECHAMIENTO. PRESA STA RITA.

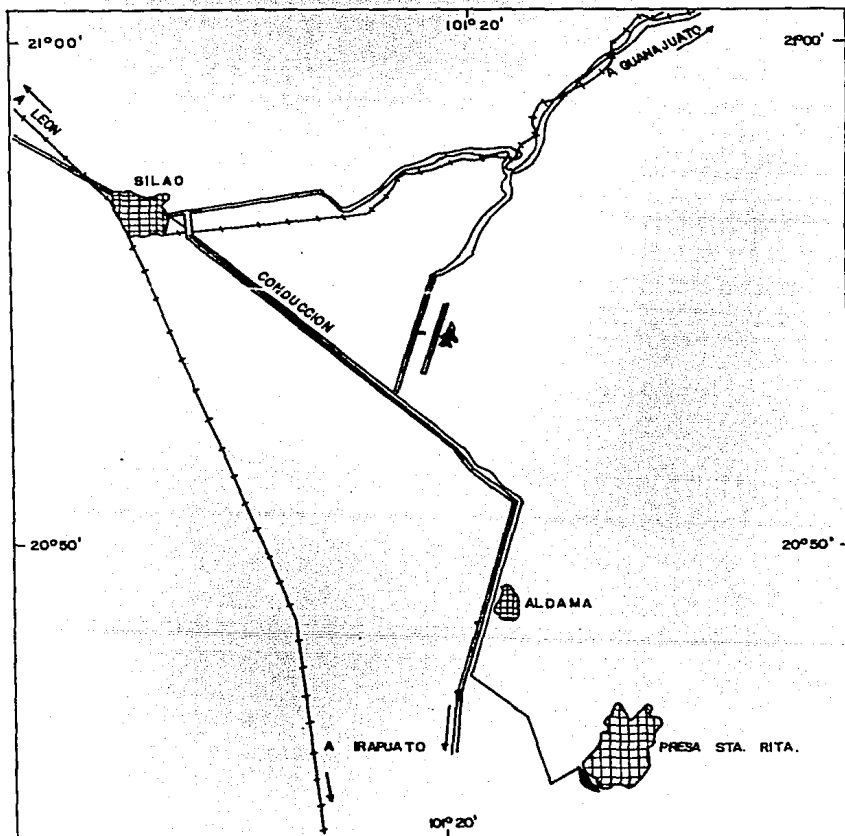


FIG. VII.2. 6. PERFIL DEL APROVECHAMIENTO PRESA SANTA RITA.

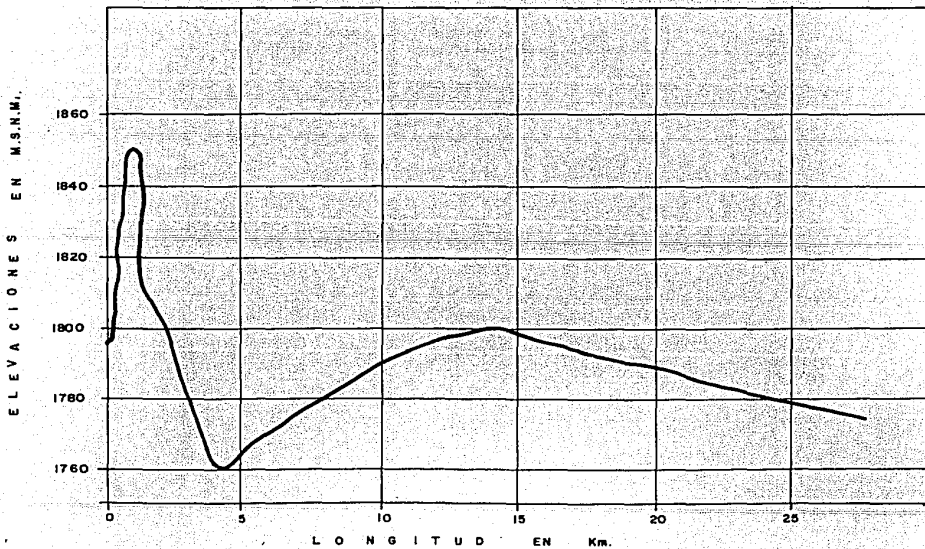


FIG. VII. 2. 7. PLANTA DEL APROVECHAMIENTO ACUIFERO VALLE DE SILAO.

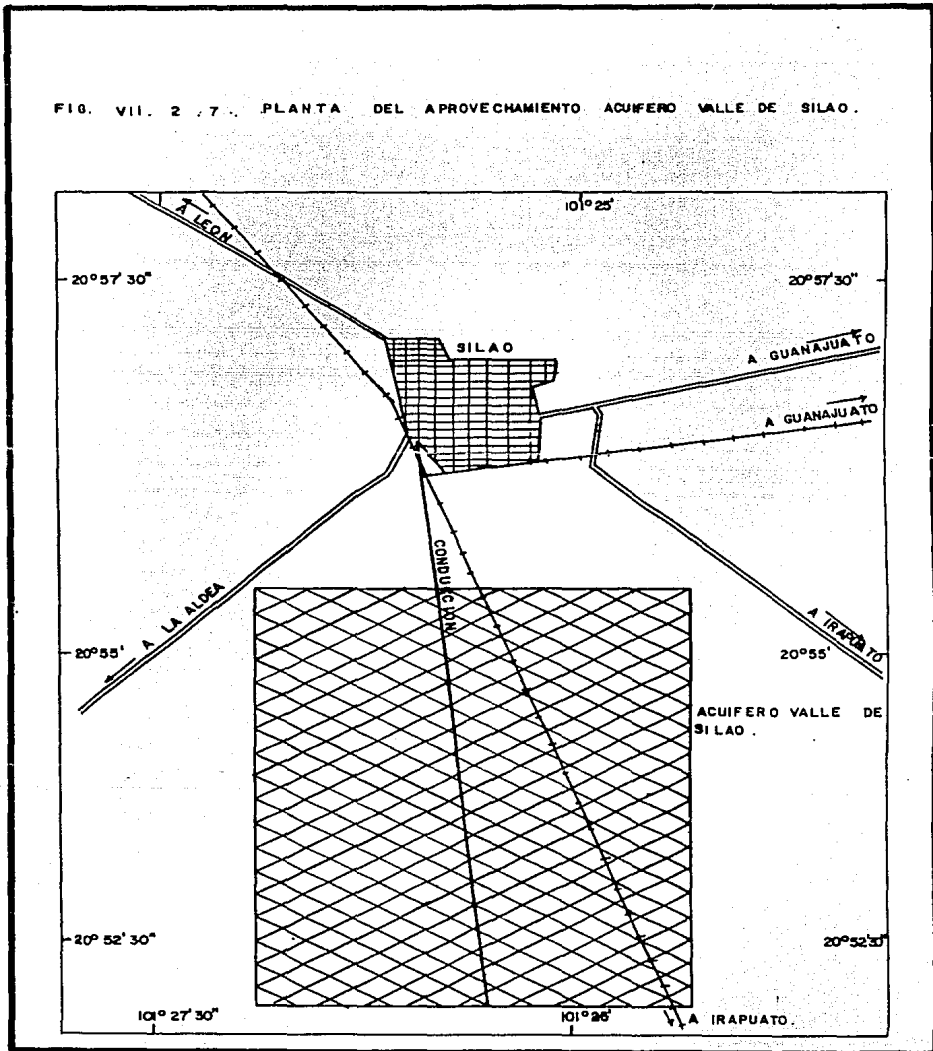


FIG. VII. 2.8. PERFIL DEL APROVECHAMIENTO ACUIFERO VALLE DE S I L A O.

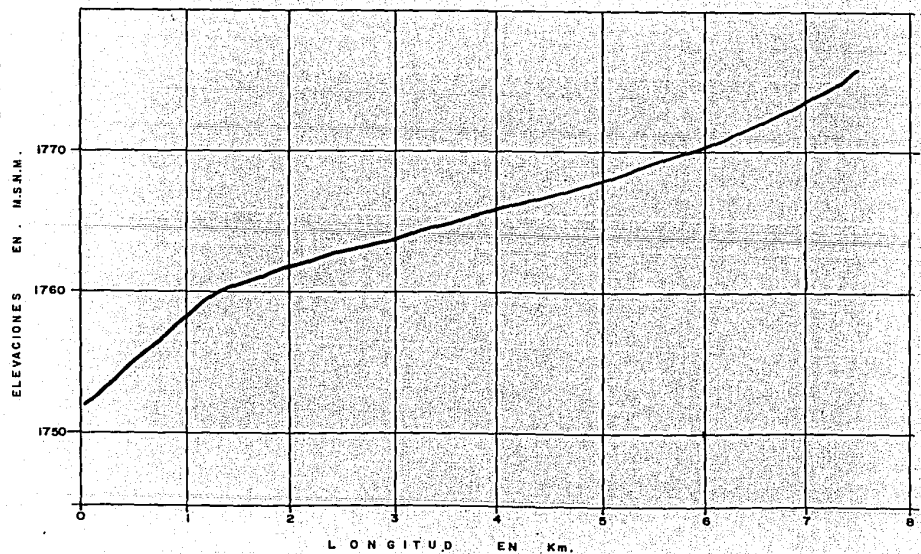


FIG. VII. .2.9. PLANTA DEL APROVECHAMIENTO AMPLIACION DISTRITO DE RIEGO PREBA LA PURISIMA.

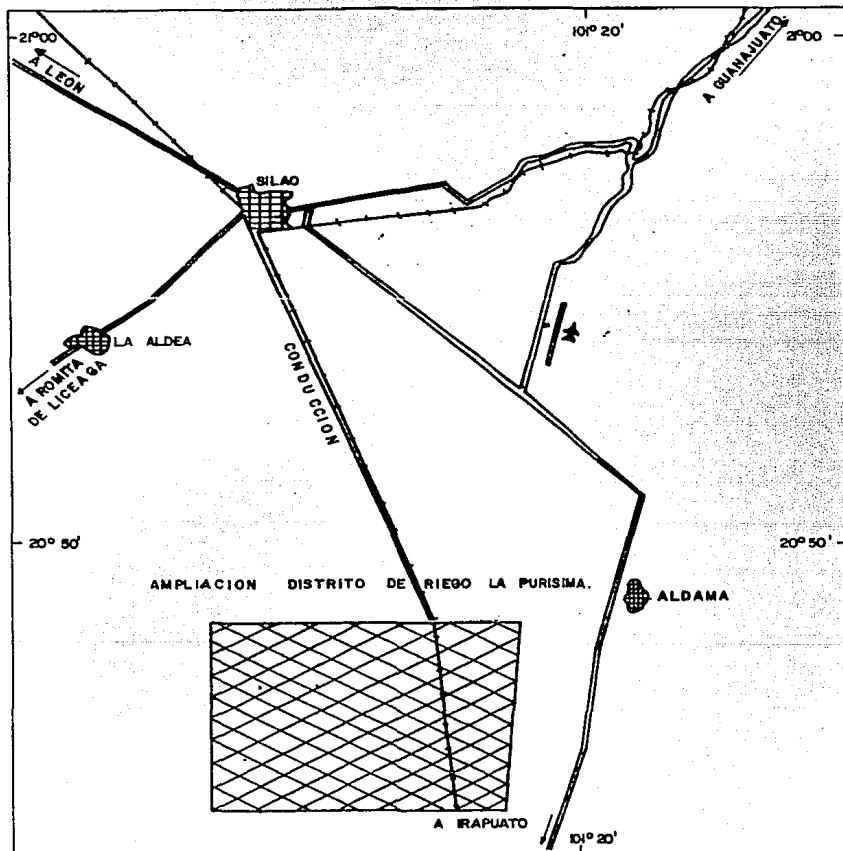
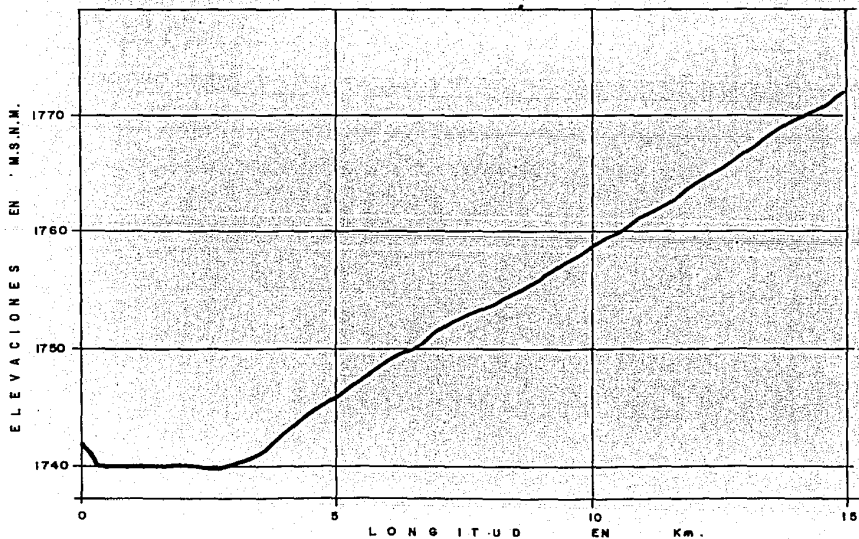


FIG. VII. 2.10 PERFIL DEL APROVECHAMIENTO ACUFERO AMPLIACION ZONA DE RIEGO LA PURISIMA.



VIII EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

VIII.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

PARA ESTE ANÁLISIS SE UTILIZÓ EL INDICADOR ECONÓMICO, SELECCIONADO PARA LA JERARQUIZACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS, EL VALOR PRESENTE TOTAL POR METRO CÚBICO POR SEGUNDO. EL CONCEPTO DE VALOR PRESENTE TOTAL CONSIDERA EL VALOR PRESENTE DE LAS INVERSIONES MÁS EL VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN DE LA ALTERNATIVA.

EL CÁLCULO DE LAS INVERSIONES SE REALIZÓ MEDIANTE EL CÁLCULO DE LOS COSTOS DE LAS PRINCIPALES OBRAS QUE INTEGRAN LA ALTERNATIVA, ESTOS COSTOS SE OBTUVIERON MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PRECIOS ÍNDICES CORRESPONDIENTES A DICHAS OBRAS. EL VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN CONSIDERA EL COSTO ANUAL DE OPERACIÓN DURANTE 30 AÑOS A PARTIR DE LA TERMINACIÓN DE LAS OBRAS. EN EL CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE SE EMPLEO LA TASA DE INTERÉS ANUAL DEL 18%.

EL VALOR PRESENTE TOTAL SE CALCULÓ PARA TRES GASTOS DIFERENTES EN CADA UNA DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO, CON EL OBJETO DE CONSTRUIR UNA CURVA QUE MUESTRE EL VALOR PRESENTE TOTAL POR METRO CÚBICO POR SEGUNDO CONTRA EL GASTO PROPORCIONADO. DE ESTA FORMA SE TIENE UNA CURVA PARA CADA FUENTE DE ABASTECIMIENTO. EN LAS TABLAS VIII.1.1 A VIII.1.6 SE PRESENTAN LOS COSTOS DE LAS PRINCIPALES OBRAS PARA LAS CUATRO POSIBLES FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE-

A LA CIUDAD DE SILAO, GUANAJUATO, CON ESTOS RESULTADOS SE CONSTRUYE LA CURVA ARRIBA MENCIONADA, LA CUAL NOS PROPORCIONA EL VALOR PRESENTE TOTAL POR METRO CÚBICO POR SEGUNDO PARA DIFERENTES GASTOS DE ABASTECIMIENTO, ES DECIR QUE SI SE QUIERE CONOCER EL VALOR DEL INDICADOR ECONÓMICO PARA UN GASTO NO ANALIZADO, INTERPOLANDO EN LA CURVA ES POSIBLE CONOCERLO EN LAS FIGURAS NOS. VIII.1.1 Y VIII.1.2. SE PRESENTAN LAS GRÁFICAS MENCIONADAS ANTERIORMENTE.

CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVAS ES POSIBLE ARMAR DIFERENTES COMBINACIONES PARA ACUMULAR EL GASTO ADICIONAL QUE NECESITARÁ LA CIUDAD DE SILAO, GTO. PARA EL AÑO 2006.

EN LA EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVAS SE HICIERON LAS SIGUIENTES HIPÓTESIS.

- SE CONSIDERÓ QUE EL COSTO DE LAS OBRAS PARA CONTROL DE AVENIDAS NO ES IMPUTABLE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, POR LO QUE EN LA EVOLUCIÓN NO SE CUANTIFICÓ DICHO COSTO.
- EN LAS PRESAS YA CONSTRUIDAS SE ADOPTÓ EL CRITERIO DE RESPETAR SU CAPACIDAD DE CONTROL DE AVENIDAS ESPECÍFICA EN SU PROYECTO.
- SE CONSIDERÓ QUE LAS OBRAS NECESARIAS DE CADA ALTERNATIVA, PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE SILAO, GTO., SE CONSTRUYEN EN UNA SOLO ETAPA. ESTE CRITERIO ES SÓLIDO EN LA COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS.

YA SELECCIONADA LA MEJOR ALTERNATIVA, SE ELABORA UN PROGRAMA TENTATIVO DE INVERSIONES REPARTIDO A LO LARGO DEL TIEMPO DENTRO DEL PERÍODO DE PLANEACIÓN.

TABLA No. VIII. 1.1
RESUMEN DE EVALUACION
ALTERNATIVA. PRESA CHICHIMEQUILLAS

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO INDICE	GASTO 0.090 M3/S		PRECIO INDICE	GASTO 0.185 M3/S	
			CANTIDAD	IMPORTE M		CANTIDAD	IMPORTE M
1.- CAPTACION							
PRESA	MB.	2,200	60,000	132.00	2,200	670,000	1,474.00
2.- CONDUCCION							
DE 12' Ø	ME	20,000	10,200	204.00			
DE 20' Ø	ME				30,000	10,200	306.00
3.- PLANTA DE BOMBEO							
4.- ELECTRIFICACION							
5.- PLANTA POTABILIZADORA	IRS	1'500,000	90	135.00	1'200,000	185	225.00
6.- TANQUE DE REGULARIZACION	M3	13,500	1,620	28.87	13,500	3,330	44.97
7.- CAMINOS DE ACCESO	M	6,000	10,200	61.20	6,000	10,200	61.20
8.- INDEMNIZACIONES							
SUPERFICIE INUNDADA	HA	150,000	17	2.90	150,000	35	5.25
9.- ESTUDIOS, PROYECTOS e INDIRECTOS	LOTE		1	89.36		1	336.25
TOTAL INVERSIONES				652.83			2,452.57
10.- COSTO ANUAL DE OPERACION							
PLANTA POTABILIZADORA	M3	3.00	2'838,200	10.2	3.00	1'855,160	21.07
TOTAL COSTO ANUAL DE OPERACION				10.2			21.07
11.- VALOR PRESENTE DE INVERSION				652.83			2,452.57
VALOR PRESENTE DE OPERACION				56.26			116.23
TOTAL VALOR PRESENTE				709.1			2,568.82
12.- INDICADOR ECONOMICO							
VALOR PRESENTE TDIV. (SAQ/S)				7,878.60			13,885.52

M- MILLONES DE PESOS

PRECIO INDICE EN PRECIOS DEL 87

TABLA No. VIII. 1.2
RESUMEN DE EVALUACION
ALTERNATIVA. PRESA LA FURUSIMA

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO INDICE	GASTO 0.090 M3/S		PRECIO INDICE	GASTO 0.185 M3/S.	
			CANTIDAD	IMPORTE M		CANTIDAD	IMPORTE M
1.- CAPTACION	M3	2,200	100,000	220.0	2,200	240,000	528.00
2.- CONDUCCION							
DE 12" DE Ø	M.L.	20,000	16,300	326.0			
DE 20" DE Ø	M.L.				30,000	16,300	489.00
3.- PLANTA DE BOMBEO	HP	300,000	130	33.3	300,000	224	76.80
4.- ELECTRIFICACION	M.L.	20,000	500	10.0	20,000	500	10.00
5.- PLANTA POTABILIZADORA	EPS	1'500,000	90	135.0	1'200,000	185	222.00
6.- TANQUE DE REGULARIZACION	M3	13,500	1,620	21.8	12,500	3,330	44.97
7.- CAMINOS DE ACCESO	M.L.	6,000	4,000	24.0	6,000	4,000	24.00
8.- INDEMNIZACIONES							
ADICIONES A TERRENOS AGRICOLAS	HA	300,000	283.5	126	300,000	503	262.35
9.- ESTUDIOS, PROYECTOS • INDIRECTOS	ICIE		1	120.0		1	268.00
TOTAL INVERSIONES				1,031.80			1,925.12
10.- COSTO ANUAL DE OPERACION							
PLANTA DE BOMBEO	HP/HR	10.0	615,428	6.16	10.0	1'420,084	14.10
PLANTA POTABILIZADORA	M3	3.00	2'838,240	10.2	3.00	5'804,160	21.00
TOTAL COSTO ANUAL DE OPERACION				16.36			35.10
11.- VALOR PRESENTE DE INVERSION				1,031.80			1,925.12
VALOR PRESENTE DE OPERACION				58.58			181.17
TOTAL VALOR PRESENTE				1,090.38			2,113.23
12.- INDICADOR ECONOMICO							
VALOR PRESENTE TOTAL (S/D/S)				12,115.3			12,837.10

M - MILLONES DE PESOS

PRECIO INDICE CON PRECIOS DEL 87

TABLA No. VIII. 1.3
RESUMEN DE EVALUACION
ALTERNATIVA. SITIO SANJA RITA

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO INDICE	GASTO 0.090 M3/S		PRECIO INDICE	GASTO 0.185 M3/S		
			CANTIDAD	IMPORTE M		CANTIDAD	IMPORTE M	
1.- CAPTACION								
BRESA	M3	2,200	1'920,000	4,224.0	2,200	4'350,000	9,570.00	
2.- CONDUCCION								
DE 12" DE Ø	M.L.	20,000	27,500	550.0				
DE 20" DE Ø	M.L.				30,000	27,500	825.00	
3.- PLANTA DE BOMBEO								
	H.P.	300,000	102	30.6	300,000	190	57.00	
4.- ELECTRIFICACION								
	M	20,000	4,000	80.0	20,000	4,000	80.00	
5.- PLANTA POTABILIZADORA								
	LPS	1'500,000	90	135.0	1'200,000	185	222.00	
6.- TANQUE DE REGULARIZACION								
	M3	13,500	1,620	21.20	13,500	3,330	44.97	
7.- CAMINOS DE ACCESO								
	M.L.	6,000	2,000	12.0	6,000	2,000	12.00	
8.- INDEMNIZACIONES								
SUPERFICIE INUNDADA	HA	100,000	516	51.6	100,000	1,034	103.40	
9.- ESTUDIOS, PROYECTOS e INDIRECTOS								
	LOPE		1	581.94		1	1,282.40	
TOTAL INVERSIONES				5,688.34			12,196.71	
10.- COSTO ANUAL DE OPERACION								
PLANTA DE BOMBEO	KWHR	10.0	520,354	5.20	10.0	1'187,856	11.88	
PLANTA POTABILIZADORA	M3	3.60	214,212.00	59.78	3.60	51834.160	21.00	
TOTAL COSTO ANUAL DE OPERACION				534.98			32.88	
11.- VALOR PRESENTE DE INVERSION				5,688.34			12,196.71	
VALOR PRESENTE DE OPERACION				55.94			118.10	
TOTAL VALOR PRESENTE				5,744.28			12,314.76	
12.- INDICADOR ECONOMICO								
VALOR PRESENTE TOTAL (S/M3/S)				63,802.00			66,566.27	

M- MILLONES DE PESOS

PRECIO INDICE CON FACTORES DE 87

TABLA No. VIII. 1.4
RESUMEN DE EVALUACION
ALTERNATIVA. ACUIFERO VALLE DE SILAO

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO INDICE	GASTO 0.090 M3/S		PRECIO INDICE	GASTO 0.185 M3/s		
			CANTIDAD	IMPORTE M		CANTIDAD	IMPORTE M	
1.- CAPTACION								
EQUIPAMIENTO DE 3 FOSOS	H.P.	300,000	813	243.9				
EQUIPAMIENTO DE 5 FOSOS	H. P.				300,000	2,635	790.50	
PERFORACION Y ADOME	M	120,000	490	54.0	120,000	750	90.00	
LINEAS DE INTERCONEXION	M	15,000	6,000	90.0	15,000	12,000	180.00	
2.- CONDUCCION								
DE 12" DE Ø	M	20,000	7,500	150.0				
DE 16" DE Ø	M	30,000			30,000	7,500	187.50	
3.- PLANTA DE BOMBEO								
4.- ELECTRIFICACION								
5.- PLANTA POTABILIZADORA (CLORADORA)	L.P.S.	50,000	90	4.5	50,000	185	9.25	
6.- TANQUE DE REGULARIZACION	M3	13,500	1,620	21.87	13,500	3,330	44.47	
7.- CAMINOS DE ACCESO								
8.- INDENMNIZACIONES								
AFECTACIONES A TERRENS AGRICOLAS	HA	300,000	283.5	85.06	300,000	583	174.90	
9.- ESTUDIOS, PROYECTOS • INDIRECTOS								
TOTAL INVERSIONES	LOTE		1	50.64		1	139.76	
			679.97				1,638.67	
10.- COSTO ANUAL DE OPERACION								
CLORINA	M3	1.0	2'838,240	2.90	1.0	5'34,160	5.85	
			2.90				5.85	
11.- VALOR PRESENTE DE INVERSION								
			679.97				1,638.67	
			15.99				32.27	
			695.96				1,670.94	
12.- INDICADOR ECONOMICO								
			7,732.88				9,032.11	

M - MILLONES DE PESOS

PRECIO INDICE CON PRECIOS DEL 87

TABLA No. V. III. 1.5

RESUMEN DE EVALUACION

ALTERNATIVA. ACUEDO VALLE DE SITIO EN LA ZONA DE AFILIACION DE RIBEO PRESA LA RUSIA

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO INDICE	GASTO		PRECIO INDICE	GASTO	
			CANTIDAD	IMPORTE M		CANTIDAD	IMPORTE M
1.- CAPTACION							
BOLETERIO DE 5 BOMBAS	HP	300,000	2,434	730.20			
ADOME Y PERFORACION	M	120,000	750	90.00			
LINEAS DE INTERCONEXION	M	20,000	12,000	240.00			
2.- CONDUCCION							
DE 20" DE Ø	M	30,000	12,500	375.00			
3.- PLANTA DE BOMBEO							
4.- ELECTRIFICACION							
5.- PLANTA POTABILIZADORA							
6.- TANQUE DE REGULARIZACION							
7.- CAMINOS DE ACCESO							
8.- INDEMNIZACIONES							
9.- ESTUDIOS, PROYECTOS e INDIRECTOS							
	LODE		1	106.00			
TOTAL INVERSIONES				1,999.97			
10.- COSTO ANUAL DE OPERACION							
PLANTA DE RIBEO	1934R	10.0	1'677.990	16.7			
PLANTA POTABILIZADORA	IB	3.60	5'934.160	21.0			
TOTAL COSTO ANUAL DE OPERACION				37.7			
11.- VALOR PRESENTE DE INVERSION							
VALOR PRESENTE DE OPERACION							
TOTAL VALOR PRESENTE				2,210.13			
12.- INDICADOR ECONOMICO							
VALOR PRESENTE TOTAL (S.V.A.S)				11,946.92			

11 MILLONES DE PESOS

PRECIO CON EL INDICE DE PRECIOS DEL 87

TABLA No. VIII. 1.6

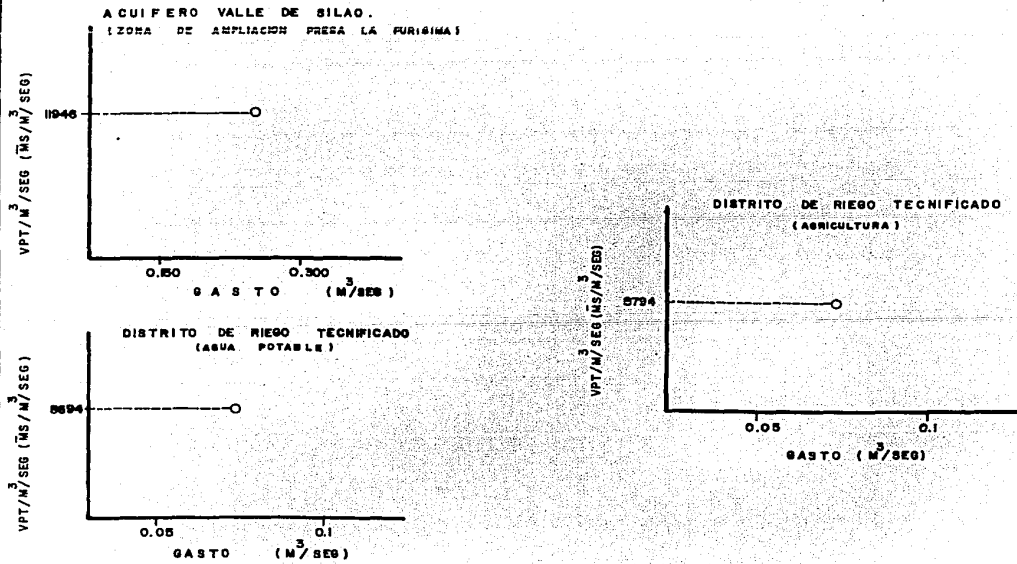
RESUMEN DE EVALUACION
ALTERNATIVA. SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO INDICE	GASTO 0.073 M3/S		PRECIO INDICE	GASTO	
			CANTIDAD	IMPORTE M		CANTIDAD	IMPORTE M
1.- CAPTACION							
EQUIPAMIENTO DE 2 FOSOS	H.P.	300,000	385	115.5			
PERFORACION Y ADENE	M	120,000	300	36.0			
LINEAS DE INTERCONEXION	M	20,000	3,000	60.0			
2.- CONDUCCION							
DE 12' DE Ø	M	20,000	3,000	60.0			
3.- PLANTA DE BOMBEO							
4.- ELECTRIFICACION							
5.- PLANTA POTABILIZADORA	L.P.S.	2'000,000	73	146.0			
6.- TANQUE DE REGULARIZACION	M3	13,500	1,386	18.7			
7.- CAMINOS DE ACCESO							
8.- INDEMNIZACIONES							
ADQUIRIR RIEGO TECNIFICADO	HA	300,000	333	99.90			
9.- ESTUDIOS, PROYECTOS e INDIRECTOS							
TOTAL INVERSIONES			1	56.82			
10.- COSTO ANUAL DE OPERACION							
PLANTA POTABILIZADORA	M3	3.60	2'428,272	8.74			
TOTAL COSTO ANUAL DE OPERACION				8.74			
11.- VALOR PRESENTE DE INVERSION							
VALOR PRESENTE DE INVERSION				592.94			
TOTAL VALOR PRESENTE				641.97			
12.- INDICADOR ECONOMICO							
VALOR PRESENTE TOTAL (S/10/S)				8,794.10			

M - MILLONES DE PESOS

PRECIO INDICE CON EFECTOS DEL 87

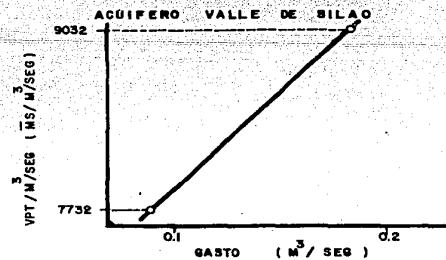
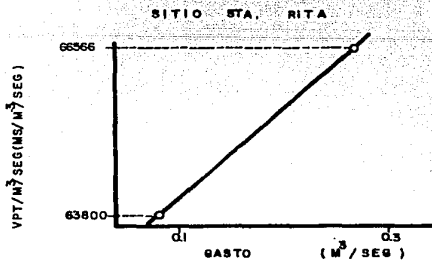
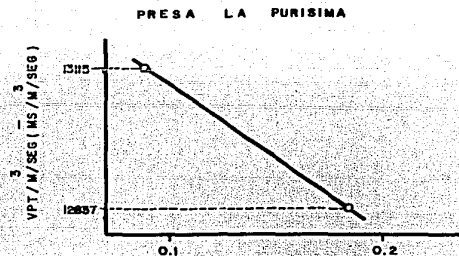
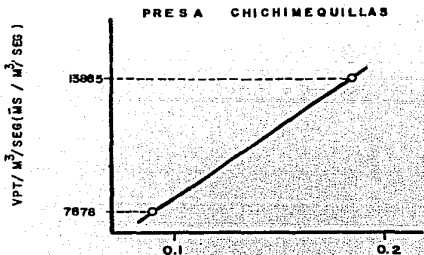
FIG. VII. 1.2 . RESUMEN DE LA EVALUACION DE ALTERNATIVAS CIUDAD DE SILAO .GTO.



VPT = (VALOR PRESENTE TOTAL)

Y-061

FIG. N° VIII.11. RESUMEN DE LA EVALUACION DE ALTERNATIVAS CIUDAD DE SILAO. GTO.



8-001

VPT = (VALOR PRESENTE TOTAL)

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

IX.1. CONCLUSIONES

SE PRESENTAN LOS RESULTADOS RELACIONADOS A CONTINUACIÓN DEL ANÁLISIS REALIZADO EN LOS POSIBLES SITIOS DE APROVECHAMIENTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN BLOQUE A LA CIUDAD DE SILAO, GTO.

EL ACUÍFERO DE LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO ESTÁ SOBREEXPLOTADO, LA RECARGA SE ESTIMA EN 216 MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES REPARTIDOS EN TODA LA CUENCA.

LAS EXTRACCIONES SE ESTIMAN EN 275 MILLONES DE METROS CÚBICOS AL AÑO. LAS CONDICIONES DE RECARGA Y EXTRACCIÓN DEL ACUÍFERO REFLEJAN UNA SOBREEXPLOTACIÓN DE 59 MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES, LA SOBREEXPLOTACIÓN ESTÁ MÁS CONCENTRADA EN LAS CIUDADES, EN PARTICULAR EN LA CIUDAD DE IRAPUATO SE HAN OBSERVADO ABATIMIENTOS DE LOS NIVELES ESTÁTICOS DE 0.72M POR AÑO.

LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO TIENE UN RÉGIMEN DE ESCURRIMIENTO MUY VARIABLE, EL GASTO MEDIO ANUAL QUE ESTE RÍO DESCARGA AL RÍO LERMA ES DE $3.126 \text{ m}^3/\text{s}$ CON UN VALOR ANUAL MÍNIMO DE $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ Y UN VALOR ANUAL MÁXIMO DE $19.0 \text{ m}^3/\text{s}$. EL RÉGIMEN DE ESTE RÍO OBLIGA A TENER CAPACIDADES IMPORTANTES DE ALMACENAMIENTO PARA REGULAR LOS ESCURRIMIENTOS. AUNADO A LO ANTERIOR LA FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA, DESDE EL PUNTO DE VISTA CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE ALMACENAMIENTO, TIENE CONDICIONES DESFAVORABLES EN DONDE LAS BOQUILLAS SON AMPLIAS CON POCa CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO, Y LAS BOQUILLAS ANGOSTAS TIENEN UNA MÍNIMA CUENCA DE DRENAJE Y PRÁCTICAMENTE NULO ALMACENAMIENTO.

EN LAS CUENCAS ADJUNTAS A LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO, LAS CONDICIONES DE DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA SON MUY SIMILARES A LAS DE ESTA CUENCA. EN LA CUENCA DEL RÍO TURBIO EL AGUA DISPONIBLE NO SERÁ SUFICIENTE EN EL AÑO -- 2006 PARA SATISFACER LAS DEMANDAS AGRÍCOLAS, URBANAS E INDUSTRIALES QUE SE GENERARÁN EN LA MISMA CUENCA, BASTA DECIR QUE AL NORTE DE ESTA CUENCA SE LOCALIZA LA CIUDAD DE LEÓN LA MÁS GRANDE DEL ESTADO DE GUANAJUATO. EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS -- TEMASCATÍO Y LA LAJA LAS CONDICIONES SON SIMILARES, AQUÍ SE -- ASIENTAN LAS CIUDADES DE SALAMANCA Y CELAYA CON DEMANDAS MAYORES A LAS DE LA CIUDAD DE SILAO.

DE LAS POSIBLES FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE SILAO, LAS MÁS ATRACTIVAS SON LAS QUE CONTEMPLAN EL CAMBIO DE USO DEL AGUA, DE USO AGRÍCOLA A USO URBANO E INDUSTRIAL, LAS POSIBLES FUENTES DE ABASTECIMIENTO QUE CONSIS-- TEN EN APROVECHAR AGUA AÚN NO COMPROMETIDA TIENEN OBRAS MUY -- CARAS POR LAS CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS DE LA CUENCA.

LAS MEJORES ALTERNATIVAS PARA SATISFACER LAS DEMANDAS DE A-- GUA DE LA CIUDAD DE SILAO, EN ORDEN DECRECIENTE SON:

- A) DISTRITO DE RIEGO TÉCNIFICADO CON UN GASTO MÁXIMO DE -- ABASTECIMIENTO DE $0.073 \text{ m}^3/\text{s}$.
- B) ACUÍFERO VALLE DE SILAO EN LA ZONA DE AMPLIACIÓN DE -- RIEGO DE LA PRESA LA PURÍSIMA.
- C) ACUÍFERO VALLE DE SILAO EN LA ZONA UBICADA A 6 KM. AL -- SUR DE LA CIUDAD, CREANDO ÁREAS DE RESERVA .

DE ESTAS ALTERNATIVAS EL DISTRITO DE RIEGO TÉCNIFICADO TIENE COMO VENTAJA DE QUE LA FUENTE ES ATRACTIVA, AUNQUE NO SATISFAGA COMPLETAMENTE LA DEMANDA, Y TIENE EL INCONVENIENTE DE CONSTRUIRLO Y NO CARGARLE LOS COSTOS AL USO DEL AGUA POTABLE, Y LA ALTERNATIVA DE APROVECHAR LAS AGUAS DEL ACUÍFERO QUE SE LIBERARÁN AL AMPLIAR LA ZONA DE RIEGO DE LA PRESA LA PURÍSIMA, TIENE EL INCONVENIENTE DE QUE LA MEJOR SOLUCIÓN EN ESTA ALTERNATIVA ES RESERVAR ESAS AGUAS PARA SATISFACER LAS DEMANDAS DE LA CIUDAD DE SILAO. GTO.

IX.2. RECOMENDACIONES

CON EL OBJETO DE USAR EL AGUA EN LA FORMA MÁS EFICIENTE Y RACIONAL POSIBLE EN EL VALLE DE SILAO, ES CONVENIENTE SE LLEVEN A CABO LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES:

- 1) DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA DISPONIBILIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO, Y A LA DEMANDA DE ESTE LÍQUIDO EN CUANTO A LOS USOS URBANO, INDUSTRIAL Y AGROPECUARIO, ES DE VITAL IMPORTANCIA QUE EL USO DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO SE REALICE EN LA FORMA MÁS EFICIENTE, EMPLEANDOLA EN FORMA RAZONABLE.
- 2) CON BASE TAMBIÉN EN LAS DISPONIBILIDADES DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO GTO., ES RECOMENDABLE QUE LA CIUDAD DE SILAO TENGA UN CRECIMIENTO URBANO BAJO, LO ANTERIOR SIGNIFICA QUE SU TASA ANUAL DE CRECIMIENTO DEBE SER DEL ORDEN DEL 2% EN LUGAR DEL 3.4% ACTUAL. ESTA CIUDAD DEBE CRECER AL RITMO ACTUAL SÓLO SI SE PROMUEVEN Y DESARROLLAN EN LA CIUDAD ACTIVIDADES QUE REDUCEN EL COSTO DEL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE.
- 3) ES NECESARIO, TENER CONTROL DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE UTILIZA EN LOS DIFERENTES USOS EN LA CUENCA DEL RÍO GTO., POR LO TANTO EN LA CIUDAD SE DEBERÁ ABATIR LA DEFICIENCIA DE MEDIDORES TANTO EN LA INDUSTRIA

COMO EN LA COMUNIDAD, CON EL OBJETO DE ESTABLECER -
UNA POLÍTICA TARIFARIA ACORDE A LA CANTIDAD DE AGUA
EMPLEADA.

- 4) SE DEBEN REALIZAR ESTUDIOS GEOHIDROLÓGICOS DETALLA--
DOS EN LA CUENCA DEL RÍO GTO., CON EL FIN DE CONO--
CER LA VERDADERA POTENCIALIDAD DEL MISMO Y PROPONER
UNA POLÍTICA RAZONABLE DE EXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO,
QUE TIENDA A DISPONER SIEMPRE DE ESTA FUENTE DE A--
BASTECIMIENTO PARA EMPLEARLA EN DIFERENTES USOS.

- 5) ES NECESARIO QUE LAS INDUSTRIAS UBICADAS EN LA CIU--
DAD DE SILAO, DESCARGUEN SUS EFLUENTES A LAS ATAR--
JEAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CON UNA CONTAMI--
NACIÓN IGUAL O MENOR A LA DE LOS EFLUENTES DOMÉSTI--
COS, CON EL FIN DE TRATAR LAS AGUAS RESIDUALES Y -
PROMOVER EL INCREMENTO DEL USO DE ESTAS AGUAS EN -
LA AGRICULTURA, ESTE REUSO DEL AGUA AYUDARÍA A DIS--
MINUIR LOS VOLÚMENES DEMANDADOS. POR OTRA PARTE --
LOS EFLUENTES SE DEBEN TRATAR PARA NO CONTAMINAR -
EL ACUÍFERO. LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA SE DEBE IM--
PLEMETAR EN LAS INDUSTRIAS E INCLUSIVE EN LAS CA--
SAS HABITACIÓN.