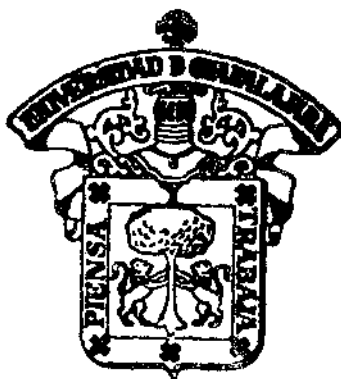

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**ESTUDIO SOBRE EL USO EFICIENTE DE LA INFRAESTRUCTURA
HIDROAGRICOLA DEL VALLE DE ZAMORA.**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A N**

**RICARDO LEPE GARCIA
MARIO ALBERTO OROZCO OROZCO
PEDRO GUTIERREZ MORALES
JOSE MA. GARCIA ORIZAGA**

GUADALAJARA, JAL. OCTUBRE 1992



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRICULTURA

Sección: ESCOLARIDAD
Expediente.....
Número..... 0851/92

09 de Octubre de 1992,

C. PROFESORES:

ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ, DIRECTOR
M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA, ASESOR
ING. JOSE MA. AVALA RAMIREZ, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

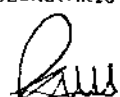
" ESTUDIO SOBRE EL USO EFICIENTE DE LA INFRAESTRUCTURA
HIDROAGRICOLA DEL VALLE DE ZAMORA."

presentado por los PASANTE (ES) RICARDO LEPE GARCIA, MARIO ALBERTO
OROZCO OROZCO, PEDRO GUTIERREZ MORALES, Y JOSE MA. GARCIA ORIZAGA

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su -- Dictamen de la revisión de la mencionada Tesis. Entren tanto, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "
" AÑO DEL BICENTENARIO "
EL SECRETARIO


M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA

rvr'



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD

Expediente

Número 0851/92

09 de Octubre de 1992.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

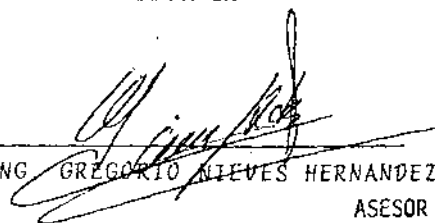
Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
RICARDO LEPE GARCIA, MARIO ALBERTO OROZCO OROZCO, PEDRO
GUTIERREZ MORALES, Y JOSE MA. GARCIA OROZAGA.

titulada:

" ESTUDIO SOBRE EL USO EFICIENTE DE LA INFRAESTRUCTURA
HIDROAGRICOLA DEL VALLE DE ZAMORA."

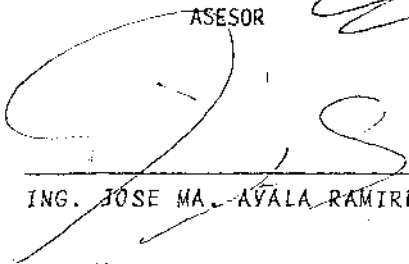
Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR


ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ

ASESOR

ASESOR


ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ


M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

srd'

nyr

Al contestar este oficio cítese fecha y número

AGRADECIMIENTO

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

A LA FACULTAD DE AGRICULTURA

A LOS INGS. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ
SALVADOR MENA MUNGUÍA
JOSE MA. AYALA RAMIREZ

Por su valiosa ayuda en la elaboración de esta tesis.

A todas las personas que en el momento que los necesitamos, nos ayudaron incondicionalmente.

INDICE

	Pág.
INDICE DE CUADROS.	I
INDICE DE FIGURAS.	III
I INTRODUCCION.	1
II ANTECEDENTES.	3
III OBJETIVO.	5
IV MATERIALES Y METODOS.	6
4.1 Ubicación y Descripción de la Zona de Estudio.	6
4.2 Clima.	10
4.3 Hidrología	10
4.4 Geociología	14
4.5 Suelos	17
4.6 Vegetación	17
4.7 Infraestructura Hidráulica	20
4.7.1 red de distribución	21
4.7.2 red de drenaje.	22
4.7.3 red de caminos.	23
4.8 Hidrometría.	23
4.9 Geohidrología.	27
4.10 Infraestructura Sanitaria.	30
4.11 Fuentes de Contaminación	34
4.12 Cartera de Cultivos y Número de Ciclos	38
4.13 Metodología.	39
4.13.1 justificación de estaciones	45
4.13.2 técnicas de muestreo y análisis	50
4.13.3 programa de mediciones, muestreo y análisis	51
V RESULTADOS.	52
5.1 Salinidad Potencial y Efectiva	52
5.2 Relación de Absorción de Sodio	56
5.3 Carbonatos de Sodio Residual	56
5.4 Porcentaje de Sodio Posible.	56
5.5 Evaluación	57
VI CONCLUSIONES Y RECCMENDACIONES.	70
VII RESUMEN	75
VIII BIBLIOGRAFIA.	77

INDICE DE CUADROS

<u>No.</u>	<u>Contenido</u>	<u>Pág.</u>
1	Superficie de la zona de riego Zamora.	8
2	Datos climatológicos de la Estación Termopluviométrica Zamora durante el período 1966-1964.	11
3	Principales características físicas de los suelos.	18
4	Principales características químicas de los suelos.	19
5	Descripción de estaciones hidrométricas.	24
6	Localidades con sistema de alcantarillado municipal en la zona.	31
7	Nuevos asentamientos en los municipios de Zamora y Jacona que efectúan sus descargas a cuerpos receptores o corrientes de la zona.	33
8	Principales descargas de aguas residuales industriales y de servicios.	35
9	Plan de riego por cultivos y superficies para el ciclo 1987-1988, zona de riego "Valle de Zamora".	40
10	Láminas brutas y netas, y volumen total por cultivo para el ciclo agrícola 1987-1988, en la zona de riego "Valle de Zamora".	41
11	Cantidades de fungicidas, plaguicidas y fertilizantes-utilizadas en el Valle de Zamora.	42
12	Rendimientos en toneladas por hectárea de los principales cultivos del Valle de Zamora.	43
13	Características de calidad del agua de las fuentes de abastecimiento y de los drenes de retorno agrícola de la zona de riego del Valle de Zamora.	53
13-A	Características de calidad del agua de las fuentes de-	54

<u>No.</u>	<u>Contenido</u>	<u>Pág.</u>
	abastecimiento y de los drenes de retorno agrícola de la zona de riego del Valle de Zamora.	
14	Promedios obtenidos en la zona de riego Valle de Zamora de los índices usados para la clasificación de las aguas utilizadas en la agricultura.	58
15	Rango de variación y promedio de los parámetros determinados en pozos profundos, norias y manantiales de la zona de estudio.	59
16	Calidad del agua de las fuentes de abastecimiento superficiales de la zona de riego del Valle de Zamora.	61
17	Calidad del agua de los principales drenes de retorno agrícola.	63
18	Determinación de índices y clasificación de las aguas de riego en el Valle de Zamora.	65

INDICE DE FIGURAS

<u>No.</u>	<u>Contenido</u>	<u>Pág.</u>
1	Delimitación y vías de acceso del área de estudio.	7
2	Infraestructura hidráulica.	15
3	Ubicación de pozos y manantiales en la zona.	29
4	Red de muestreo.	37
5	Superficies afectadas por el uso de aguas residuales.	68

I. INTRODUCCION

La zona de riego del Valle de Zamora, Mich., comenzó a operar el 1º de enero de 1938, quedando establecida como Distrito de Riego por Acuerdo Presidencial del día 20 de septiembre del mismo año, con una superficie total de 17,908 has. distribuidas entre los municipios de Zamora (9,911), Jacóna (1,149), Chavinda (1,135), Ixtlán (4,458), Pajacuarán (466) y Tangancicuaro (789). Actualmente se encuentra enclavada en la jurisdicción territorial del Distrito de Desarrollo Rural Integral No. 088 Zamora.

La alta productividad que siempre le ha caracterizado, le han permitido establecer importantes relaciones comerciales con otros países mediante la exportación de productos tales como la fresa, brocoli, coliflor, tomate y otros; para lo cual se ha requerido de la implantación de un considerable número de industrias para su procesamiento: congelado y empaque, entre otras.

Estos dos aspectos han sido factores determinantes en el crecimiento poblacional de la zona, concentrado principalmente en las ciudades de Zamora y Jacóna, mismo que ha venido dándose en forma anárquica y totalmente incongruente con los servicios municipales existentes, principalmente en lo referente al servicio de alcantarillado y drenaje, el cual

está basado en la infraestructura para el riego agrícola.

Lo anterior plantea una problemática compleja, pues conduce a que las aguas residuales municipales, industriales y de servicios se estén aplicando en el riego de los cultivos, lo cual representa riesgos fitosanitarios para los productos hortícolas y de exportación.

Por lo anterior, en el presente trabajo se efectúa un análisis del manejo y uso del agua en la zona y sus repercusiones, con el fin de determinar las medidas requeridas para optimizar el uso eficiente de la infraestructura hidroagrícola con que cuenta la zona, así como optimizar el aprovechamiento del recurso hidráulico.

II. ANTECEDENTES

La necesidad de asegurar el uso pleno de la infraestructura hidráulica del país originó la planeación de programas de obra y estudios enfocados a optimizar el aprovechamiento del recurso hidráulico; dentro de éstos, en agosto de 1986-- se implantó el Programa Nacional de Uso Eficiente de la Infraestructura Hidroagrícola en los distritos de riego del país, dividido en los siguientes tres subprogramas:

- Entrega de Obras.
- Uso Pleno de la Infraestructura Hidráulica.
- Estructuras de Medición.

Dentro de este subprograma de "Estructura de Medición"-- se consideró la participación de la Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos para que, a través de la Dirección de Calidad del Agua, implementara la instrumentación y manejo de estaciones para la medición de la calidad del agua situadas en puntos estratégicos, tanto sobre los canales y drenes como en los cuerpos receptores, para así obtener los parámetros físicoquímicos y biológicos que reflejen el estado de la calidad del agua a la entrada y salida de los distritos o zonas de riego, a fin de tomar medidas adecuadas para proteger la calidad y cantidad del recurso hidráulico e incrementar la producción agrícola; así -

como controlar y, de ser posible, evitar tanto la degradación de los suelos, como la contaminación de los acuíferos.

Con fundamento en lo anterior y considerando su importancia a nivel nacional e internacional, la Residencia General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos en el Estado, a través de la Unidad de Calidad del Agua, determinó la realización del presente estudio sobre el Uso Eficiente de la Infraestructura Hidroagrícola en la Zona de Riego del Valle de Zamora, como una respuesta también a la preocupación externada por la Unión Agrícola Regional de Productores de Fresa y Hortalizas del Valle de Zamora, a las autoridades de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y al C. Gobernador Constitucional del Estado de Michoacán.

III. OBJETIVO

El objetivo principal del presente trabajo consistió en establecer y operar una red de monitoreo de la calidad del agua en los canales y drenes de la zona de riego, con objeto de determinar la calidad de las fuentes de abastecimiento y las variaciones que ocurren durante y después de su distribución y uso en el riego; los factores que inciden sobre estas variaciones; y, por último, el impacto que causan sobre el cuerpo receptor las aguas de retorno agrícola de la zona de riego. Todo ello, encaminado a asegurar que la calidad del agua suministrada sea adecuada para los tipos de cultivos que imperan en la zona y, en su caso, proponer medidas para eficientar su uso y manejo de manera tal que se optimice el aprovechamiento del recurso y se incremente en cantidad y calidad la producción agrícola de la zona pero se proteja, conserve y en su caso, se restaure la calidad del recurso hidráulico.

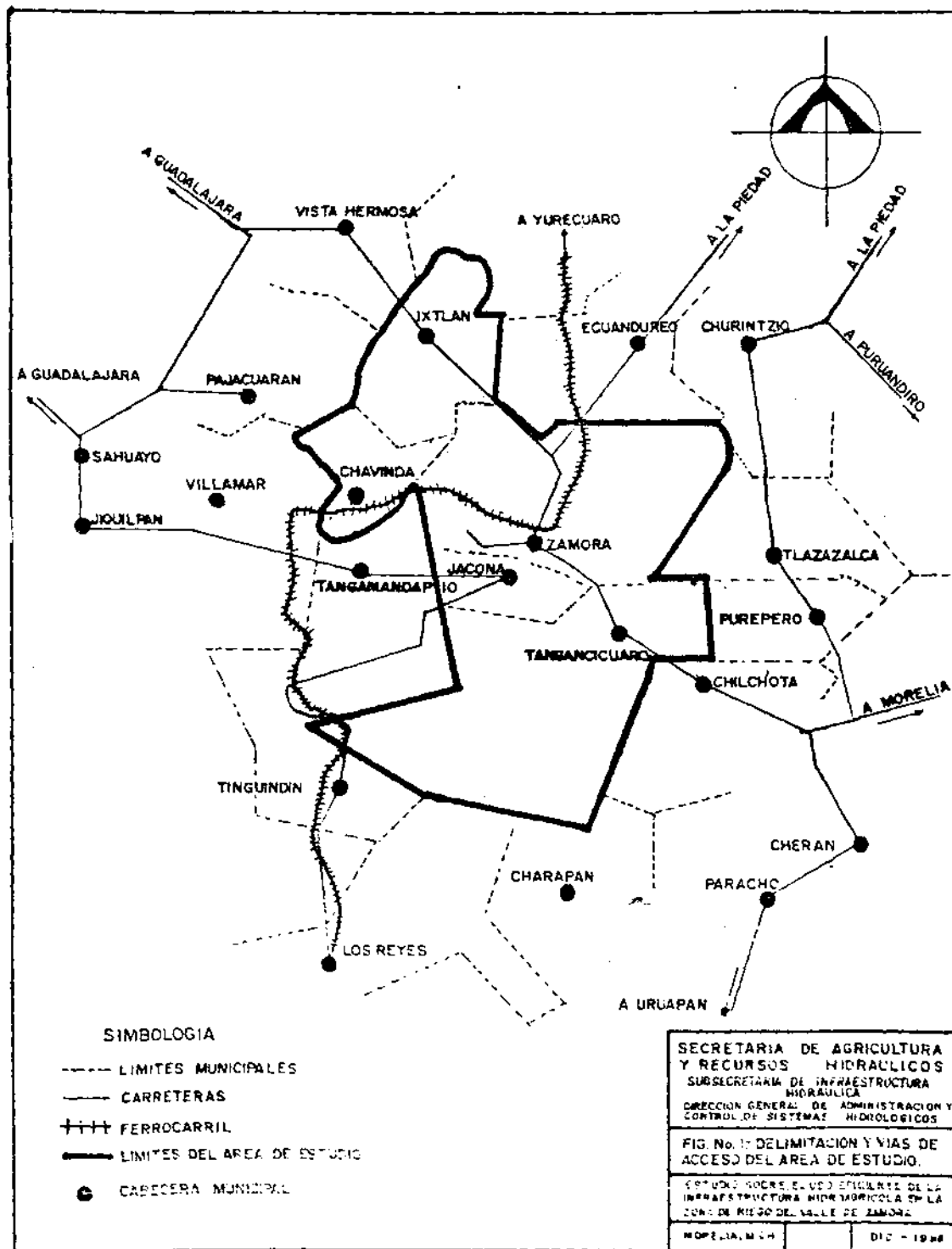
IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación y Descripción de la Zona en Estudio

La zona de estudio está ubicada en la Región Noroeste del Estado de Michoacán, en el área de transición de la Meseta Tarasca y la Meseta Central; constituye lo que anteriormente se denominaba Distrito de Riego Zamora, perteneciendo ahora al Distrito de Desarrollo Rural Integral N° 088 Zamora cuya jurisdicción abarca un total de 15 municipios y en el cual existen otras zonas de riego, excluidas en el presente trabajo por su lejanía y aislamiento de la que aquí se ocupa, misma que comprende los municipios de Tangancicuaro, Zamora, Jacona, Chavinda e Ixtlán.

Limita al norte con los municipios de Ecuandure, Tanhuato y Vista Hermosa; al oriente con Churintzio, Tlazazaica, Purépero y Chilchota; al poniente con Pajacuarán, Villamar y Tangamandapio; y, al sur, con Charapan, Los Reyes y Tinguindín (ver Fig. 1).

Cuenta con una superficie dominada de 17,859-50-42 has. y una superficie de 16,474-70-00 has. bajo riego, distribuidas como se muestra en el Cuadro 1.



CUADRO No. 1 SUPERFICIE DE LA ZONA DE RIEGO ZAMORA.

MUNICIPIO	SUP. DOMINADA (HA)	SUP. REGABLE (HA)
CHAVINDA	1,136-00-00	1,048-40-00
INTLÁN	3,482-36-90	3,213-00-00
JACONA	1,149-02-12	1,060-00-00
TANGANCICUARO	786-06-15	721-30-00
ZAMORA	11,305-85-25	10,432-00-00
S U M A S :	17,859-50-42	16,474-70-00

FUENTE : DISTRITO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL No. 168 ZAMORA.

Geográficamente se localiza entre los $19^{\circ}55'$ y $20^{\circ}15'$ de latitud norte y los $102^{\circ}08'$ y $102^{\circ}25'$ de longitud oeste - del Meridiano de Greenwich, con una altitud media de 1,630 m.s.n.m., en la ciudad de Zamora; y 1,530 m.s.n.m., en la población de Ixtlán de los Hervores.

Cuenta con una red de comunicaciones bastante aceptable; en cuanto a comunicaciones terrestres, las carreteras federales N° 15 y 37 le comunican con Morelia y el Estado de México, al oriente; y con Jiquilpan, Sahuayo y Guadalajara, al oeste. Y por su parte, la N° 37 que entronca con la N° 15 en Carapan, propicia la comunicación con poblaciones importantes del sur del Estado, como Uruapan, Apatzingán y Lázaro Cárdenas. Asimismo, la carretera N° 16 que entronca con la N° 110, la comunica también con Guadalajara (vía La Barca); mientras que una red de carreteras estatales le permiten comunicarse con otras poblaciones del Estado, como La Piedad; y una red interna de terracerías y brechas intercomunican a todas las localidades de la zona (ver Fig. 1). Cuenta además con el ramal Yurécuaro-La Barca del FFCC del Pacífico que le comunica también con la ciudad de Guadalajara.

En cuanto a comunicaciones aéreas existe en Zamora un aeropuerto para naves de pequeña escala y, en cuanto a telecomunicaciones, existen oficinas de correos y telégrafos y servicio telefónico en todas las cabeceras municipales, destacando la ciudad de Zamora, donde además existen tres estaciones radiodifusoras y un canal de televisión.

4.2 Clima

Existen en la zona ocho estaciones termopluviométricas en base a las cuales, y de acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite, el clima se clasifica como:

CWBA

C = Provincia de humedad, sub-humedad pastal.

W = Subprovincia de humedad, subhumedad vegetal pastal.

B = Provincia de temperatura "mesotérmica".

A = Subprovincia de temperatura concentrada en verano -
25°C y 34°C.

Considerando a la Estación Zamora como representativa para efectos del estudio, se muestran en el Cuadro 2 los valores medios mensuales de las temperaturas mínima, media y máxima; evaporación, precipitación y otros datos registrados en el cual se aprecia que los meses más calurosos son abril, mayo y junio con temperaturas casi iguales; los meses más fríos son diciembre, enero y febrero con poca variación entre sí; las precipitaciones son ampliamente superadas por las evaporaciones, siendo los meses de marzo, abril y mayo los más secos; y, finalmente, el período lluvioso comprende los meses de junio a septiembre, fundamentalmente.

4.3 Hidrología

La zona está enclavada en la Cuenca del Río Duero perteneciente a la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago. El dren principal de esta cuenca es el Río Duero, último afluer

CUADRO No. 2 DATOS CLIMATOLOGICOS DE LA ESTACION TERMOPLUVIOMETRICA ZAMORA DURANTE EL PERIODO 1966-1984.

M E S	TEMP. MAX. °C	TEMP. MIN. °C	TEMP. MED. °C	EVAPORA- CION MED. mm	PRECIPI- TACION - mm	No. DE GRA- NIZADAS.	No. DE HE- LADAS	DIRECCION DEL VIENTO
ENERO	31.5	3.5	17.5	199.29	28.9	-	22	S
FEBREPO	31.6	4.7	16.2	129.78	9.1	-	10	S
MARZO	33.8	6.6	20.2	205.07	8.8	-	1	S
ABRIL	36.1	9.1	22.6	219.02	14.3	-	-	S
MAYO	36.7	11.7	24.2	219.12	32.3	3	-	S
JUNIO	36.1	12.8	24.5	175.54	147.8	5	-	SE
JULIO	32.9	13.3	23.1	154.87	200.4	5	-	SE
AGOSTO	32.0	13.0	22.5	157.30	177.9	7	-	S
SEPTIEMBRE	31.8	11.8	21.8	137.91	133.6	3	-	S
OCTUBRE	32.3	9.4	20.9	132.18	59.3	-	-	S
NOVIEMBRE	31.7	6.6	19.2	121.21	17.7	-	4	S
DICIEMBRE	30.6	5.0	17.8	106.37	11.5	-	11	S
ANUALES :	33.1	8.9	21.0	1957.61	841.6	23	45	

FUENTE : DICTRITO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL No. 088 ZAMORA. S A R H .

te izquierdo del Río Lerma, que con una dirección general -- SE-NW drena una superficie aproximada de 2,300 km².

El Río Duero se forma con los manantiales de Carapan, - Urén, Béjar, Ojo Chico y otros pequeños escurrimientos de la Cañada de los Once Puetlos. Aproximadamente a 10 kms. de su nacimiento recibe por su margen izquierda al Río San Pedro - que se origina por el Manantial Ojo de Agua a 2.5 kms. al su reste y sobre el cual descarga sus aguas residuales la pobla ción de Chilchota con cuyo nombre se conoce en este tramo al dren general de la cuenca.

Aproximadamente a 10 kms. más abajo, recibe por su margen izquierda al Río El Pejo, al Canal El Tajo que se origina por los manantiales de Cupatziro y al Río El Santuario, - que además de aguas de retorno agrícola trae consigo aguas - residuales de la población de Tangancícuaro.

En el km. 21.7 se le une por su margen derecha el Río - Tlazazalca o Urepetiro y 1 km. más abajo, recibe por su margen izquierda las aguas provenientes del Lago de Camécuaro - en un sitio denominado Las Adjuntas a partir del cual se le nombra Río Duero. Casi en este mismo lugar se ubica la derivadora El Plátanal de donde, a través del Canal La Planta, - se derivan importantes volúmenes que utilizan para la genera ción de energía en la planta hidroeléctrica El Platanal; y, - unos 200 mts. más abajo se ubica otra derivadora donde a tra vés del Canal Santiaguillo utilizado en el riego las aguas - utilizadas por la planta hidroeléctrica son retornadas al -

mismo Río Duero en el km. 29, un poco antes de una represa - de la cual se derivan el Canal Principal por la margen derecha y el Canal Tamandaro por la margen izquierda. Hacia el - km. 32 se ubican otras derivadoras de donde parten los canales Toma de Valdéz y El Tajo, también para uso agrícola.

En el puente carretero Zamora-Jacona recibe por la margen izquierda al Dren Los Solares que conduce aguas de retorno agrícola y residuales de una parte de la población de Jacona y en el km. 37.6 recibe por la misma margen al Río Cello, formado por el Arroyo Buenos Aires y el Río Jacona que se originan en el Cerro de Patamán, los cuales se juntan en un sitio cercano a la población de Jacona y entran al Duero a unos 2 kms. al occidente de Zamora. A unos 500 mts. aguas-abajo de este último sitio se ubica la derivación mediante - el Dren "A", el cual se utiliza como desfogue y a la vez como cuerpo receptor de las aguas residuales de la población - de Zamora y de las aguas de retorno agrícola de zonas de riego aledañas a dicha población.

En su desarrollo siguiente la corriente es utilizada como canal principal de distribución mediante varias derivadoras que alimentan a los canales El Guerreño, Santa Cruz, Higuerillas y La Hachera. En el km. 56, aproximadamente, tiene una caída que le pone en condiciones de recibir en el km. - 59.7 a los drenes "A" y Chavinda que conducen altos volúmenes de aguas de retorno agrícola.

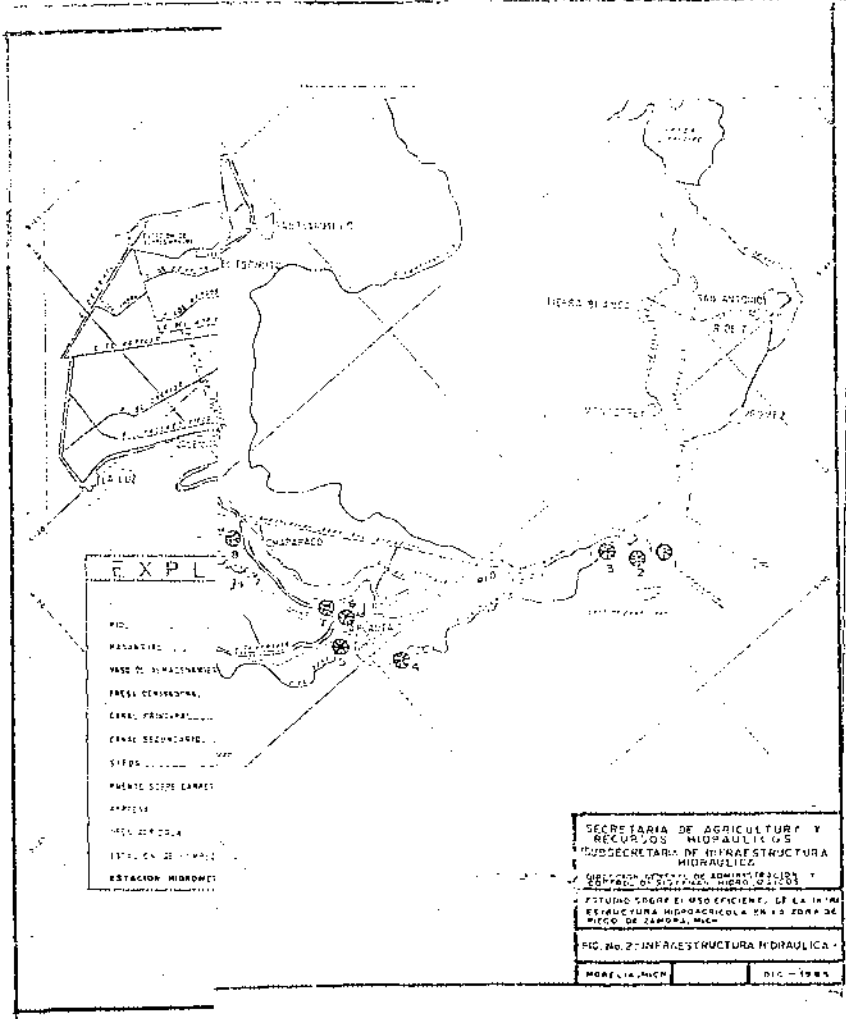
En el km. 61.3 se localiza la Estación Hidrométrica La-

Estanzuela y 300 mts. aguas abajo se derivan los canales El Cerro y La Guayabera. En el km. 75.5, a la altura del poblado San Cristóbal, el río se represa y se constituye en un embalse durante sus próximos 20 kms. controlado por la Presa Barraje de Ibarra de la cual desemboca al Río Lerma. En este último tramo, cerca del poblado El Capulín, el río recibe los excedentes de aguas freáticas de la Ciénega de Chapala, bombeados por la Estación "Ingeniero Ballesteros" para conservar un nivel freático aceptable para las actividades agrícolas de la ciénega. Así pues, en la Presa Barraje de Ibarra concluye el desarrollo del Río Duero cuya longitud total es de 98 kms. (ver Fig. 2).

4.4 Geología

La Cuenca del Duero se origina en la parte del Eje Volcánico comprendido entre los cerros de La Loma hasta el Cerro Patamban. Se encuentra ubicada en una provincia ecológica donde la actividad tectónica del Terciario Superior dislocó fuertemente el basamento regional conformado por rocas ígneas extrusivas de naturaleza andesítica, dando origen a la formación de las fosas tectónicas de Chavinda, Zamora, Tangancicuaro e Ixtlán, formadas por una serie de bloques escalonados de rumbo este-oeste.

Afallamientos secundarios de dirección norte-sur y nordeste-suroeste dislocaron los bloques principales reconstruyendo la topografía a base de numerosas fosas y pilares tec-



EXPL

RIO
 MANANTIAL
 VASO DE ALMACENAMIENTO
 PASO DE SECCION
 CANAL PRINCIPAL
 CANAL SECUNDARIO
 STILOS
 PUENTE SOBRE CANAL
 APRIETA
 VUELTA DE RIGIDA
 ESTACION HIDROMET

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y
 RECURSOS HIDRAULICOS
 SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
 HIDRAULICA
 DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION Y
 PROYECTOS DE OBRAS HIDRAULICAS
 PROYECTO DE EFICIENTE USO DEL AGUA EN LA ZONA DE
 ZAMORA, MICHOACAN
 PROYECTO No. 2 - INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
 NOVIEMBRE 1964

tónicos de muy marcado relieve y complejo arreglo estructural. Simultáneamente a ello ocurrieron ciclos alternados de vulcanismo, erosión y depósito que iniciaron el relleno de las fosas tectónicas sobre extensos cuerpos de agua que se acumularon al obstruirse el drenaje hacia el Océano Pacífico.

El relleno de estas fosas está constituido principalmente por rocas volcánicas y sedimentos lacustres del Terciario Superior, como derrames, coladas, aglomerados, piroclásticos y tobas, de composición basáltica y basalto-andesítica, con sedimentos lacustres intercalados.

En mucha menor proporción, los rellenos fueron a base de piroclásticos y depósitos aluviales y fluviales del Cuaternario, como derrames, brechas, aglomerados y cenizas de composición basáltica localizadas en las porciones sur y oriente del área; esta última etapa del vulcanismo propició nuevos asentamientos en la región, afallándose los frentes de basalto Cuaternario en los bordes de las fosas tectónicas de Zamora y Tangancicuaro, donde subyacen depósitos arcillolimosos y piroclásticos, respectivamente.

Los depósitos aluviales del Cuaternario agrupan a los sedimentos fluviales y a los aluviales propiamente dichos. Los fluviales o de pie de monte, compuestos por fragmentos gruesos y peñascos, afloran en los bordes de los valles; los aluviales, formados por gravas, arenas, limos y arcillas, se encuentran expuestos en las planicies y cauces de ríos y arroyos, predominando los materiales finos en las áreas pla-

nas y las gravas y arenas en los cauces.

4.5 Suelos

Los tipos de suelos que predominan en la zona son el -- chernozem y el podzólico. En general, son suelos planos, de -- textura arcillosa y estructura prismática, profundos y de -- permeabilidad lenta.

Se han originado principalmente de material ígneo extru -- sivo, constituido por derrames lávicos y material piroclásti -- co de tipo basáltico fundamentalmente. El modo de formaci-- on mixto (aluvial-lacustre), existiendo también los de for -- mación aluvial lacustre, in-situ y aluviales.

El 25% del área, aproximadamente, presenta problemas de -- diversos grados de sodicidad, y en menor escala de salini-- dad, con manto freático elevado en una buena parte, siendo -- éste de mala calidad y por ello la causa principal de la sa -- linidad y/o sodicidad de los suelos.

Agrológicamente se identificaron ocho series y dos fa-- ses: Limón, Jiquilpan, Tamándaro, Tlazazalca, Estancia, Due -- ro, Ixtlán y Pantano, cuyas características físicas y quími -- cas se muestran en los Cuadros 3 y 4.

4.6 Vegetación

Influenciada por la altitud de la zona, la vegetación -- es variada y diversa, abundante en algunas áreas así como es

CUADRO No. 3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SUELOS...

CARACTERÍSTICAS	S E R I E S							
	LIMÓN	JIOQUILPAN	TAMANDARÓ	TLAZAZALCA	ESTANCIA	DUERO	IXTLAN	PANTANO
SUPERFICIE ESTUDIADA(HA)	7,600	5,500	4,400	1,650	1,100	1,750	1,000	1,700
INCLINACIÓN (% DE PENDIENTE)	0.5 - 2	1 - 2	1 - 4	1 - 2	0 - 1	0 - 1	1 - 3	0 - 1
EFICIENCIA SUPERFICIAL	MODERADO	EFICIENTE	LIGERAMENTE RÁPIDO.	EFICIENTE	DEFICIENTE	MODERADO.	DEFICIENTE	DEFICIENTE.
MANTO FREÁTICO (CM)	90-200	80-150	200	90-140	100-170	50-200	80-170	90-100
TEXTURA	ARCILLOSA (R)	FRANCO ARCILLOSA(Fr)	ARCILLOSA (R)	ARCILLAS (R)	ARCILLAS (R)	ARCILLAS (R)	ARCILLAS (R)	FRANCO ARCILLOSO.
GEOMETRÍA	PRISMÁTICA.	PRISMÁTICA	PRISMÁTICA	-	-	PRISMÁTICA	PRISMÁTICA	-

FUENTE : DICTIPITO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL No. 086, ZAMORA.- S A R H .

CUADRO No. 4 PRINCIPALES CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS.

CARACTERISTICAS	S E R I E S							
	LIRIO	JIQUILPAN	TAMANDARO	TLAZAZALCA	ESTANCIA	DULCO	INTLAN	PANTANO
P.H.	LIG. AL-CALINO.	LIG. ACIDO	LIG. ACIDO	ALCALINO	ALCALINO	ACIDO	ALCALINO	LIG. ALCA-LINO.
P.L.C.	ALTA	M E D I A	M E D I A	ELEVADA	A L T A	MEDIA Y ALTA.	A L T A	A L T A
P.S.I.	10-20	-	-	PROBLEMAS FUERTES.	PROBLEMAS MODERADA-MENTE --- FUERTES.	ALGUNOS PROBLEMAS	40	POCOS PRO-BLEMAS.
C.E. (mmhos/cm)	2-5	-	-	PROBLEMAS FUERTES.	"	"	20	"

BOLETA : DISTRITO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL No. 088, ZAMORA.- S. A. R. H.

casa y dispersa en otras. Así tenemos bosque de coníferas - (oyamel y pino) en las principales elevaciones del Municipio de Tangancicuaro; así como bosque mixto de encino, aile, - - fresno y pino en los municipios de Jacona y Tangancicuaro; - en el resto de la zona predomina la vegetación de pradera, - huizache, mezquite, cardenal, nopal y matorral espinoso, típicos de altitudes menores.

4.7 Infraestructura Hidráulica

Las fuentes de abastecimiento con que cuenta la zona es tán constituidas fundamentalmente por las derivaciones que - se hacen del Río Duero y, en segundo término, del Río Celio, - aunque también cuenta con manantiales entre los cuales desta can los de Camécuaro, Orandino y La Estancia. Existe también la Presa Urepetiro en el Municipio de Tlazazalca, muy alejada de la zona de estudio pero cuyos escurrimientos constituyen una aportación constante a la corriente principal con un gasto medio obtenido durante el estudio de 2801 ps., aproximadamente.

La infraestructura hidráulica existente sobre el Río -- Duero para el efecto, está constituida por 2 represas deriva doras, que dan origen a más de un canal, y 16 represas de - las cuales se origina un sólo canal derivador, siendo en todo caso obras de pequeña envergadura, de dimensiones varia das y gastos derivados diferentes y variables conforme a las necesidades de los riegos. No obstante, se estima un volumen

medio anual derivable de 218 millones de m^3 por medio de estas estructuras.

Sobre el Río Celio, existen 6 represas, en las mismas condiciones que las del Duero, estimándose un volumen total-anual derivable de 47 millones de m^3 .

En cuanto a los manantiales, para su aprovechamiento - existen obras de captación de diferentes dimensiones pero de escasa envergadura, siendo la más significativa la Presa - Verduzco cuya ubicación puede apreciarse en el plano de la Fig. 2. La suma de los gastos medio de los manantiales de la zona se estima del orden de $2.757 m^3/seg.$, con un mínimo de $2.134 m^3/seg$ y un máximo de $3.797 m^3/seg.$

Así pues, la suma de los gastos de las derivaciones de los ríos Duero y Celio y de las aportaciones de los manantiales, son las siguientes:

Gasto medio	$11.757 m^3/seg.$
Gasto mínimo	$6.334 m^3/seg.$

En el mismo plano de la Fig. 2 puede apreciarse la red de distribución y la red de drenaje, las cuales están constituidas como sigue.

4.7.1 red de distribución

La red de distribución está constituida por un total de 306.4 kms. de canales distribuidos de la siguiente forma: -

204.1 km. de canales principales, de los cuales 64.5 km. cuentan con revestimiento, y 102.3 km. de canales secundarios con sólo 3.3 km. revestidos.

Debe señalarse que, por las características propias del Distrito, el Río Duero tiene funciones de fuente de abastecimiento, de canal principal por tener derivaciones y tomas directas y, también, de drenaje general por ser el receptor final de todos los escurrimientos en la zona. Asimismo, varios de los canales tienen función de tales en algunos tramos y de drenes en otros, así como también algunos drenes hacen la doble función.

Es quizás por lo anterior, que como obras complementarias, existe en la red de distribución, cuya eficiencia de conducción se considera del 40%, un número incontable de tomas sin control o simples escotaduras del terreno, de las cuales no existen registros; 41 represas de materiales diversos; 11 sifones y 143 puentes canal.

4.7.2 red de drenaje

La red de drenaje cuenta con un total de 275 km. de drenes, de los cuales 71.8 km. son de drenes principales, 147.5 km. son de drenes secundarios y 56.5 km. son de colectores. La eficiencia de la red se considera del 25%, encontrándose azolves y emontes en un 40% de su cobertura.

4.7.3 red de caminos

Para la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica descrita, existe una longitud total de 410 km. de caminos de los cuales 87 km. son pavimentados, 151 km. son revestidos y 172 km. son de terracería.

4.8 Hidrometría

En el mismo plano de la Fig. 2, se muestra la ubicación de las estaciones hidrométricas existentes en el área de estudio, apreciándose que en general están situadas sobre los aprovechamientos y casi todas concentradas en la parte alta de la zona.

Por otra parte, su localización geográfica y características principales se dan en el Cuadro 5, del cual se desprende que en su mayoría se utiliza el método de sección y velocidad, determinándose esta última con inclinete. Algunas de ellas cuentan con limnógrafo de registro semanal, habiendo también cuatro de ellas donde no existe ninguna estructura o dispositivo específico y en las cuales solamente se efectúan mediciones directas eventuales.

A continuación se hace una descripción del acceso a cada una de ellas, dejando sin mencionar las que se encuentran en las condiciones últimas señaladas.

ESTACION HIDROMETRICA CAMECUARO.- Se le conoce también como Las Adjuntas y está ubicada en el cruce del Río Duero -

N O M B R E	COORDENADAS	CORRIENTES	ESTRUCTURAS E INSTRUMENTOS
1. ESTACION HIDROMETRICA CANECUARO	19° 55' 00" 102° 12' 45"	RIO DUERO	ESCALA, CANASTILLA Y CABLE VIA, LIMNIGRAFO STEVENS-E Y CASETA DE MANFOSTERIA.
2. ESTACION HIDROMETRICA CANECUARO	19° 55' 00" 102° 13' 00"	DESAGUE LAGO DE CANECUARO.	VIGA DE CONCRETO RECTANGULAR DE 0.50x0.18x4.00 m. Y ESCALA.
3. ESTACION HIDROMETRICA CANECUARO	19° 55' 00" 102° 12' 45"	CANAL DE DERIVACION - LA PLANTA.	PASARELA DE 0.80x5.50 m. Y ESCALA
4. ESTACION HIDROMETRICA LA ROJEÑA		CANAL LA PLANTA - HIDROELECTRICA.	MEDICIONES DIRECTAS EVENTUALES
5. ESTACION HIDROMETRICA EL SEIS		CANAL EL SEIS	MEDICIONES DIRECTAS EVENTUALES
6. ESTACION HIDROMETRICA TAMANDARO		CANAL TAMANDARO	MEDICIONES DIRECTAS EVENTUALES
7. ESTACION HIDROMETRICA PLATANAL	19° 56' 45" 102° 15' 15"	CANAL PRINCIPAL MARGEN DERECHA.	ESCALA, PASARELA DE 0.80x4.00m. Y LIMNIGRAFO STEVENS-E.
8. ESTACION HIDROMETRICA CHAPARACO	19° 58' 15" 102° 16' 00"	CANAL CALVARIO	VIGA DE CONCRETO DE 0.54x0.18 x4.00 m Y ESCALA.
9. ESTACION HIDROMETRICA EL AGUILA	19° 58' 45" 102° 15' 30"	CANAL AGUILA VIEJO	VIGA DE CONCRETO DE 0.50x0.18x2.50 m. Y ESCALA.
10. ESTACION HIDROMETRICA RIO CELIO INICIO		RIO CELIO	MEDICIONES DIRECTAS EVENTUALES.
11. ESTACION HIDROMETRICA JACONA	19° 59' 00" 102° 18' 15"	RIO CELIO	PUENTE CARRETERO, ESCALA Y LIMNIGRAFO AUTOMATICO KEMPLEN HORIZONTAL.
12. ESTACION HIDROMETRICA LA ESTANZUELA	20° 07' 00" 102° 22' 15"	RIO DUERO	CANASTILLA Y CABLE VIA SOBRE TORRES DE CONCRETO, LIMNIGRAFO STEVENS-E Y LAB. PARA DETERMINAR SOLIDOS.

con el puente que se localiza en el km. 10.5 de la Carretera Zamora-Carapan.

ESTACION HIDROMETRICA CAMECUARO.- En el km. 15.5 de la Carretera Zamora-Carapan parte una vereda hacia la derecha - que pasa por la casa del aforador y después de 100 mts. cruza con el Río Duero, de donde bordeando por el desagüe del lago se recorren 50 mts. más para llegar al sitio donde está la Estación.

ESTACION HIDROMETRICA CAMECUARO.- Al igual que en la Estación anterior, en el km. 11.5 de la Carretera Zamora-Carapan, se camina por una vereda a la derecha hasta llegar a la casa del aforador y 100 mts. adelante se cruza el Río Duero. En este sitio se deriva el Canal La Planta por cuyo bordo de recho se recorren 90 mts. hasta llegar al sitio de la Estación.

ESTACION HIDROMETRICA PLATANAL.- Está ubicada sobre el Canal Principal Margen Derecha como a 600 mts. aguas abajo - del cruce del Río Duero con el camino que une a la Carretera Zamora-Carapan con la Planta Hidroeléctrica Platanal.

ESTACION HIDROMETRICA CHAPARACO.- Está ubicada sobre el Canal Calvario que se desprende de la margen izquierda del Canal Principal cerca del poblado de Chaparaco. En el km. 3- de la Carretera Zamora-Carapan, antes de cruzar el puente sobre el Canal Principal Margen Derecha, hay hacia la derecha una brecha sobre el bordo izquierdo del Canal Principal por-

la cual se recorren 200 mts. hasta encontrar otra que se desvía hacia la derecha; sobre esta última se recorren otros -- 200 mts. hasta donde se encuentra a mano izquierda la entrada a una parcela que se cruza a pie (100 mts.) para llegar al sitio de la estación.

ESTACION HIDROMETRICA EL AGUILA.- Está ubicada sobre el Canal Aguila Viejo que se deriva también por la margen izquierda del Canal Principal. En el km. 2,800 de la Carretera Zamora-Carapan está una antena de una estación radiodifusora sobre el lado derecho, y sobre el izquierdo una desviación por la margen izquierda del Canal Principal sobre la cual se recorren 1,700 mts. hasta llegar a las compuertas que alimentan al Canal Aguila Viejo. 300 mts. más adelante se da vuelta a la izquierda y a 20 mts. se encuentra la Estación.

ESTACION HIDROMETRICA JACONA.- Está ubicada sobre el Río Celio, en el puente localizado en el km. 3.5 de la Carretera Zamora-Jacona.

ESTACION HIDROMETRICA LA ESTANZUELA.- Está ubicada sobre el Río Duero, 60 mts. aguas arriba del puente que une a los poblados de La Estanzuela y San Simón. En el km. 20 de la Carretera Zamora-La Barca existe una desviación de terracería a mano izquierda sobre la cual se recorren unos 800 mts. para llegar al puente mencionado.

4.9 Geohidrología

Existen en la zona dos sistemas acuíferos: uno en rocas basálticas y basalto andesíticas; y, el otro, en sedimentos granulares. En el caso del primero, la zona de recarga es la Meseta Tarasca, ubicada al S-SE del área de estudio y la descarga es a través de numerosos e importantes manantiales que fluyen a los ríos Chilchota y Duero cuyo caudal total se estima que representa más del 75% del potencial de este acuífero. El flujo proveniente de la Meseta Tarasca hacia los valles es de sur a norte y de oriente a poniente; una parte de este flujo se infiltra antes de llegar a los valles y otra parte aflora a través del gran número de manantiales mencionados, de los cuales un total de 36 se localizan dentro de la zona concentrados en los municipios de Tangancícuaro, Zamora, Jacona e Ixtlán, destacando los de Camécuaro (2,000 lps), Presa Verduzco (1,183 lps) Junguarán (483 lps), Cupatziro (424 lps) y Orandino (323 lps). Otra parte más del flujo alimenta a los materiales volcánicos ubicados en el subsuelo del Valle de Tangancícuaro y al sur de los valles de Zamora y Chavinda, dando lugar a acuíferos de alta capacidad. La producción total de los manantiales en esta zona se estima en $4.557 \text{ m}^3/\text{seg}$.

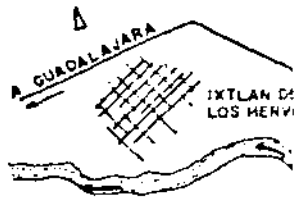
En cuanto al acuífero en sedimentos granulares ubicados en las laderas de los mismos, hacia la porción sur del área, presentando valores bajos de transmisibilidad. La recarga de los basaltos del Cuaternario y Terciario en las laderas sur-

de los valles de Tangancícuaro, Zamora y Chavinda y en la porción oriente de los valles de Guadalupe, Tangancícuaro y Zamora; otra parte de la recarga proviene del agua de lluvia precipitada en las laderas y una mínima porción la constituye las aguas de retorno agrícola. La descarga es a través del drenado natural hacia el Duero; por la evaporación en zonas con niveles freáticos someros como ocurre en los valles de Tangancícuaro y Guadalupe y en la porción SE del Valle de Zamora; finalmente, otra forma de descarga la constituyen las extracciones mediante pozos y norias, cuyo número es mayor en los valles de Guadalupe y Zamora.

De un total de 147 pozos inventariados en la zona de influencia del Distrito, 61 de ellos se utilizan para el riego agrícola en el área de estudio, estimándose un volumen medio anual de extracción de 8.8740 millones de m³.

En el plano de la Fig. 3 puede apreciarse la ubicación tanto de los manantiales como de los pozos profundos utilizados para el riego en la zona de estudio, debiendo señalarse que, en general, éstos últimos pertenecen a ejidos o pequeñas propiedades y que el Distrito es ajeno a su operación por lo que sólo le constituyen un auxilio.

Por otra parte, dado que la zona se ubica dentro de una provincia geográfica, se encuentran manifestaciones de este tipo tanto en manantiales como en pozos y geisers, lo cual se atribuye a la presencia de cámaras magnéticas a poca profundidad. Así por ejemplo, en Zamora se encontró agua termal



LA ESTANZUE

PRESA
PUREPETIRO

TLAZAZALCA
PUREPERO

VALLE DE
GUADALUPE

ETOCUARO

GOMEZ FARIAS

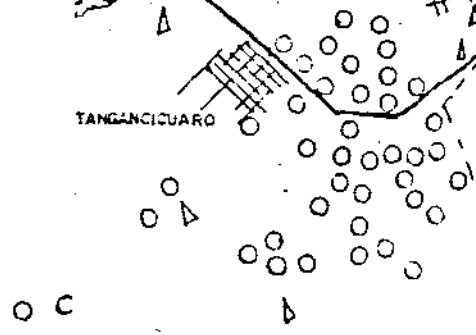
A MORELIA

EL PEDREGAL

CHILCICUA

TANGANCICUARO

LOS NOSALES



SECRETARIA DE AGRICULTURA
Y RECURSOS HIDRAULICOS
SUBSECRETARIA DE INGENIERIA
HIDRAULICA
DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION
DISTRITO DE SISTEMAS HIDRAULICOS

FIG. No. 5. DISTRIBUCION DE POZOS Y
FUENTES NATURALES EN LA ZONA

ESTADO DE GUERRERO	SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
DISTRITO DE SISTEMAS HIDRAULICOS	DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION
MARZO 1960	HOJA No. 1

en sus flancos con temperaturas entre 23^oC y 30^oC; en el Valle de Chavinda se encontraron temperaturas de 28^oC en seis pozos profundos y, fundamentalmente, en la población de Ixtlán de los Hervores se encuentra un foco geotérmico donde existe un conjunto de manantiales termales "geisers" con un gasto aproximado de 100 l.p.s. y temperatura de 95^oC.

Un balance hidráulico aplicado al acuífero en relleno indica que la recarga y descarga en la zona se encuentra - prácticamente balanceada, a excepción del Valle de Chavinda donde se aprecia un incipiente cono de abatimiento debido, - según se infiere, a descargas subterráneas hacia la Ciénega de Chapala a través de fallas geológicas primordialmente más que a una sobreexplotación.

Finalmente, tanto los acuíferos basálticos como los - acuíferos en relleno presentan una buena calidad para los - usos doméstico, agrícola e industrial.

4.10 Infraestructura Sanitaria

La infraestructura sanitaria existente en las poblaciones urbanas y rurales de la zona, está representada por sistemas de alcantarillado claramente deficientes. Por una parte, mediante el inventario sobre el Uso y Manejo del Agua y Aguas Residuales en Poblaciones Mayores de 10,000 habitantes solamente se detectaron las localidades que se muestran en el Cuadro 6, que cuentan con alcantarillados más o menos es-

CUADRO No. 6 LOCALIDADES CON SISTEMA DE ALCANTARILLADO MUNICIPAL EN LA --- ZONA.

LOCALIDAD	TOTAL DES- CARGAS	POB. SERVIDA (%)	GASTO TOTAL - AFORADO (lps)	CUERPO RECEPTOR
ZAMOPA DE HIDALGO.	5	70	262.5	DRENES CALVARIO, LOS POZOS Y CANAL LA LIMA.
JACONA DE PLANCARTE.	3	70	55.0	CANALES EL DISPARATE, CAÑO DE ORANDINO Y DREN LOS SOLARES.
CHAVINDA	2	30	11.0	CANAL COLORADO-O RIO CHAVINDA-(2).
TANGANCICUARO	3	60	19.3	RIO SANTUARIO -(3).
TEN. ARIO DE RAYON, MPIO. DE -- ZAMORA.	1	30	4.5	RIO DUERO

FUENTE : INVENTARIO SOBRE EL USO Y MANEJO DEL AGUA Y AGUAS RESIDUALES EN -- POBLACIONES MAYORES DE 10,000 HABITANTES. UNIDAD DE CALIDAD DEL -- AGUA EN MICHOACAN. S.A.R.H. 1980.

estructurados. En general, se trata de instalaciones viejas - que han sido ampliadas en forma anárquica conforme al crecimiento de las poblaciones y que ameritan su rehabilitación.

De las localidades mencionadas en el Cuadro 6, las de mayor población son las de Zamora y Jacora; en ambas ocurren que drenes o canales del Distrito de Desarrollo Rural Integral cruzan las manchas urbanas, lo cual es aprovechado para instalar sobre ellos un número incontable de descargas domiciliarias. Asimismo, se viene dando un crecimiento significativo de ambas, a través de bastantes nuevos fraccionamientos de entre los cuales se han detectado los que se señalan en el Cuadro 7 que efectúan sus descargas sobre cuerpos receptores distintos de los alcantarillados municipales.

Por otra parte, también mediante el Inventario de Descargas de Aguas Residuales en el Estado, se detectó a un número reducido de pequeñas localidades rurales que cuentan con un colector único sobre una de sus calles, total o parcial; o bien, con pequeñas redes de drenaje constituidas por pequeños grupos de vecinos que no llegan a merecer la denominación de sistemas de alcantarillado pero sí constituyen descargas, poco significativas, sobre las corrientes de la zona. Tal es el caso de los poblados de: La Planta, Chaparaco, La Estancia, Miguel Regalado, La Saucedá, La Rinconada y Cerrito Colorado, del municipio de Zamora, y San Simón, La Estanzuela e Ixtlán de los Hervores, del municipio de Ixtlán.

CUADRO No. 7 NUEVOS ASENTAMIENTOS EN LOS MUNICIPIOS DE ZAMORA Y JACONA QUE EFECTUAN SUS DESCARGAS A CUERPOS RECEPTORES O CORRIENTES DE LA ZONA.

N O M B R E	TOTAL DES- CARGAS	GASTO MEDIO (l.p.s)	CUERPO RECEPTOR
<u>MUNICIPIO DE ZAMORA:</u>			
FRACC. PALO ALTO INFONAVIT.		4.5	DREN GENERAL DEL VA-- LLE.
FRACC. RIO NUEVO		3.6	DREN LOS POZOS
FRACC. VILLA OLIMPICA		4.5	DREN DEL VALLE
FRACC. LAS ARBOLEDAS II.		3.1	DREN LOS POZOS
FRACC. BELLA VISTA		4.0	DREN NAVARRETE
<u>MUNICIPIO DE JACONA:</u>			
FRACC. LOS LAURELES		2.0	DREN LA HACIENDITA
FRACC. BALCONES DE -- JACONA.		3.4	DREN EL TAJO
FRACC. FRANCISCO VILLA		3.0	DREN EL TAJO
FRACC. EL ENSUEÑO		1.3	DREN SIN NOMBRE

FUENTE : INVENTARIO DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADO DE MICHOA
CAN. UNIDAD DE CALIDAD DEL AGUA. SARH. 1986.

4.11 Fuentes de Contaminación

Todas y cada una de las descargas enunciadas en el párrafo anterior, constituyen una fuente de contaminación de aguas, de tipo sanitario o doméstico, salvo las de Zamora y Jacora que incluyen aguas residuales provenientes de un número significativo de pequeños y medianos establecimientos industriales y de servicios que efectúan sus descargas sobre esos sistemas de alcantarillado.

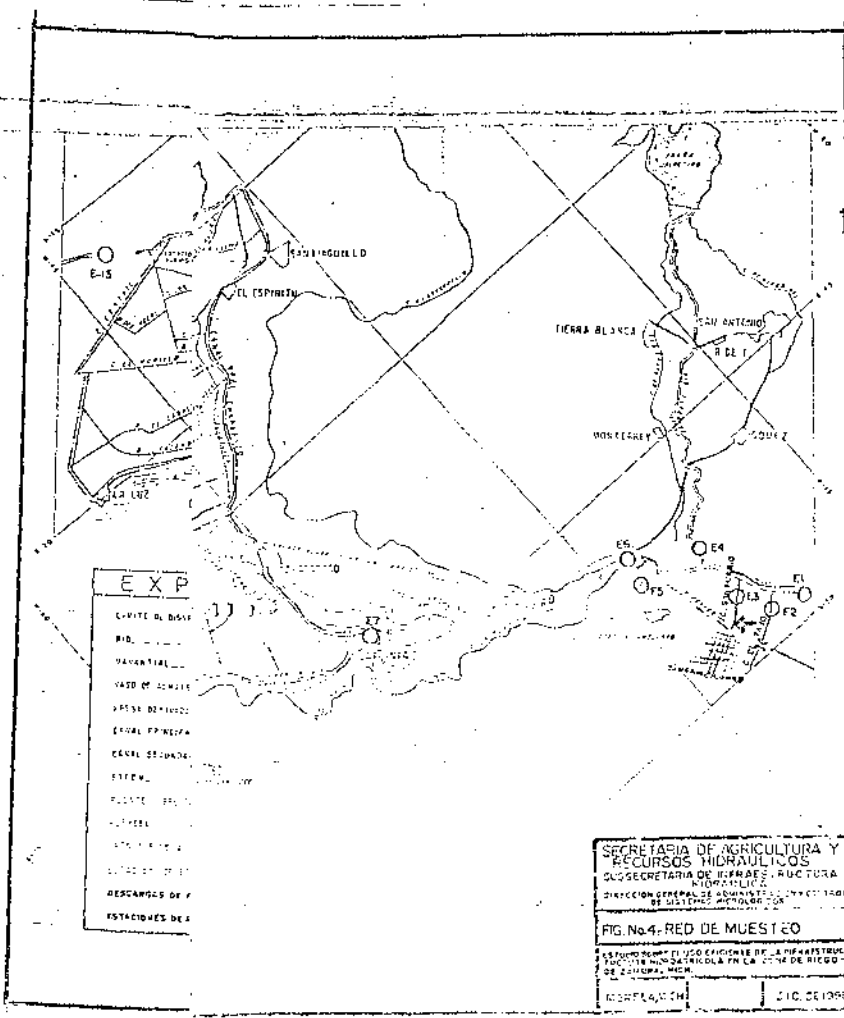
A este tipo de fuentes de contaminación deben sumarse los pequeños escurrimientos superficiales mediante los cuales algunas localidades ubicadas en las proximidades de las corrientes eliminan sus desechos; y, por último, las actividades domésticas que sobre dichas corrientes son realizadas por los habitantes de poblados ribereños.

Por otra parte, fueron detectados un total de 63 establecimientos industriales y de servicios que efectuaron sus descargas fuera de los alcantarillados municipales; de éstos, que se concentran en los municipios de Zamora y Jacora, se citan en el Cuadro 8 algunos que fueron considerados los más importantes, ya sea por su volumen de descarga y/o por la envergadura de sus instalaciones.

Podrá apreciarse que el tipo predominante de industrias pertenece al ramo alimenticio y es de esperarse que la contaminación que generan sus aguas residuales sea de tipo orgánico. Ahora bien, existen además, pequeñísimos establecimien-

CUADRO No. 2 PRINCIPALES DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y DE-SERVICIOS.

NOMBRE O RAZON SOCIAL	DESCARGA m ³ /AÑO	CUERPO RECEPTOR
<u>MUNICIPIO DE JACONA:</u>		
CONGELADORA "ALFREDO V. BONFIL"	165,900	DREN ALTO ORANDINO
EMBOTELLADORA AGA DE MICHOCACAN	73,590	CANAL LA HACIENDITA
EMPACADORA DEL CELIO, S.A. DE C.V.	3,108	VALLADO SIN NOMBRE
FRESAS JACONA, S.P.R. DE R.L.	10,800	DREN SIN NOMBRE
EMPACADORA INTERMEZ, S.A. DE C.V.	19,700	RIO CELIO
EMPACADORA ANAHUAC, S.A. DE C.V.	1,265	COLECTOR PONIENTE
EMPACADORA INTERNACIONAL	18,562	CANAL LA HACIENDITA
EMPACADORA DE POLIPRODUCTOS AGR.	662	DREN SIN NOMBRE
GUMONT, S.A. DE C.V.	963	INFILTRACION SUPERFICIAL
EMPACADORA AMERICA, S.A. DE C.V.	795	
<u>MUNICIPIO DE ZAMORA:</u>		
PROVEEDORA DE FRUTAS, S.A. DE C.V.	94,608	DREN AUXILIAR DEL VALLE
EMPACADORA CHAPALA, S.A. DE C.V.	115,632	DREN FERROCARRIL
EL DUERO DE ZAMORA, S.P.R. DE R.L.	157,680	DREN LAS GALLINAS
DERIVADOS DE MAIZ ALIMENTICIO	144,014	DREN LAS GALLINAS
FREXPORT, S.A.	165,890	DREN SIN NOMBRE
S.C.P. DE FRUTAS Y LEGUMBRES REFRI.	518	DREN GENERAL DEL VALLE
INDUSTRIAS ZAMEX, S.A.	1,079	DREN LAS PARTIDAS
INDUSTRIAS DE OCCIDENTE	680	POZO DE ABSORCION
HOTEL JERICO, S.A.	20,393	DREN LAS PARTIDAS
BIMBO DEL CENTRO, S.A.	485	CANAL SIN NOMBRE
CONALEP	13,100	DREN SIN NOMBRE
MAYOREO CARDENAS, S.A.	2,920	ZANJA SIN NOMBRE



- EXP**
- CANAL DE BOSA
 - RIO
 - MANANTIAL
 - VADO DE ANIMAS
 - VADO DE HUZO
 - CANAL PRINCIPAL
 - CANAL SECUNDARIO
 - ESTRECHO
 - PUENTE
 - CALLE
 - VIA FERROVIARIA
 - LUGAR DE INTERES
 - DESCARGOS DE
 - ESTACIONES DE

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
 DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION Y CONTROL DE SISTEMAS IRRIGATORIOS

FIG. No. 4. RED DE MUESTEO

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA
 DE CALIQUILA, MICH.
 MAYO DE 1969

tos industriales, como un grupo de tenerías y curtidorías - que están ubicadas en las proximidades del Canal El Calva---rio, o numerosos servicios de lavado y engrasado de autos di-
seminados alrededor de la mancha urbana, cuyas descargas aun-
que pequeñas en volumen presentan mayor concentración de con-
taminantes.

Ubicados sobre el plano de la Figura 4, las descargas - más representativas, permiten anticipar que, si bien es cier-
to que la calidad del agua suministrada por las fuentes de -
abastecimiento originales es adecuada para el riego agríco--
la, al paso de los numerosos canales y drenes a través de las
manchas urbanas o sus proximidades, dicha calidad es deterio-
rada significativamente, lo cual aunado a que la infraestruc-
tura hidroagrícola realiza funciones de abastecimiento y de-
receptor a la vez, da lugar y explica el por qué de las zo--
nas agrícolas con mayores índices de contaminación, reporta-
das por el Distrito de Desarrollo Rural Integral, puesto que
hacen uso directo de estas aguas. Por otra parte, el funcio-
namiento combinado de los canales y drenes propicia, además,
una influencia y afectaciones directas a consecuencia de las
propias aguas de retorno agrícola.

Por su parte el Río Duero, que también hace las veces -
de canal alimentador y de dren general, sufre deterioro en -
su calidad conforme a su desarrollo, lo cual resulta de sig-
nificancia para las derivaciones que se hacen en las partes-
medias y baja de la zona de estudio.

Finalmente, deben citarse otras fuentes contaminantes - que, aún encontrándose fuera de la zona de estudio, contribuy_{er} en el deterioro de la calidad original de la fuente de - abastecimiento principal que es el Río Duero.

En primer término, según su desarrollo, se tiene la influencia directa de los poblados de Carapan, Tacuro, Ichán, - Huancito, Zopoco, Santo Tomás, Acahuén, Tanaquillo, Urén y - Los Nogales, que junto con Chilchota conforman la Cañada de - los Once Pueblos. Salvo el último, todos ellos carecen de al - cantarillado y evacúan sus desechos domésticos por medio de - escurrimientos superficiales, realizando también actividades - domésticas y recreativas sobre la corriente. Por su parte, - la población de Chilchota cuenta con una descarga municipal, - con un gasto aforado de 8 l.p.s. sobre el Río San Pedro a es - casos 5 mts. antes de su desembocadura al Río Duero.

Posteriormente, debe señalarse también a las poblacio- - nes de Tlazazalca y Purépero que a través del Río Tlazazalca - aportan aguas residuales municipales de un rastro y 65 gran- - jas, con un volumen total anual estimado de $300,363 \text{ m}^3$; así - como a las aguas de retorno agrícola de las zonas de riego - del Valle de Purépero y del municipio de Tlazazalca.

4.12 Cartera de Cultivos y Número de Ciclos

Con el objeto de lograr una adecuada programación de - los trabajos de campo y laboratorio para efectos del presen-

te estudio, así como para una evaluación de la información obtenida, se consideró absolutamente necesario el conocimiento de algunas de las características de operación de la zona de riego en cuestión, tales como el plan de riegos y cultivos, superficies bajo riego, calendario de riegos, láminas y volúmenes brutos de riego, rendimientos por cultivo y productos químicos empleados en las prácticas agrícolas.

Por tal motivo, se presenta en el Cuadro 9 el plan de riegos para el ciclo agrícola 1987-1988, incluyéndose las superficies físicas a irrigar y la calendarización correspondiente. Asimismo, se presenta el Cuadro 10, que contiene las láminas y volúmenes brutos por riego y por cultivo, programados para el mismo ciclo.

Por otra parte, se presentan en el Cuadro 11 las cantidades de fungicidas, plaguicidas y fertilizantes empleados, y por último, en el Cuadro 12 los rendimientos por cultivo en toneladas por hectárea.

4.13 Metodología

En coordinación con el Distrito de Desarrollo Rural Integral No. 088, Zamora, se efectuaron reconocimientos físicos a la zona de estudio; así como a sus fuentes de abastecimiento, red de distribución del agua de riego, red de drenaje y áreas agrícolas con mayores problemas por contaminación del agua de riego.

CUADRO NO. 9 PLAN DE RIEGO POR CULTIVOS Y SUPERFICIES PARA EL CICLO 1987-1988, ZONA DE RIEGO "VALLE DE SANORA"

CULTIVO	SUP. FÍSICA HECT. (HA.)	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		
		HA.	L.B.	HA.	L.B.	HA.	L.B.	HA.	L.B.	HA.	L.B.	HA.	L.B.	HA.	L.B.	HA.	L.B.	
INVIERNO																		
CAPTANO M.P.	1000			57	0.46	768	0.46	175	0.46									
CANALIZADO	552	61	0.25	348	0.25	505	0.25	403	0.25	295	0.25	194	0.25					
FRÍJOL	933							329	0.16	1309	0.16	1325	0.16	2556	0.16	1012	0.	
CAEBANZO M.R.	1500	86	0.46	69.9	0.46	530	0.46	185	0.46									
CAEBANZO MMH.	450																	
LENTIJA M.P.	350			19	0.18	269	0.18	62	0.18									
HORTALIZAS	700	210	0.19	630	0.19	840	0.19	1120	0.19									
PAPA	2100	2376	0.18	2184	0.18	2352	0.18	1488	0.18									
TRIGO	4650					2572	0.27	3260	0.27	3043	0.27	2738	0.27	3103	0.27	1484	0.	
S U M A :	11685	2733	0.19	3938	0.24	7836	0.26	7022	0.24	4647	0.24	4257	0.23	5659	0.22	2496	0.	
PRIMAVERA-VERANO																		
CEBOLLA	220									85	0.25	220	0.25	220	0.25	135	0.	
MAIZ M.P.	720													180	0.44	540	0.	
HORTALIZAS	400									120	0.20	358	0.20	482	0.20	640	0.	
SORGO M.R.	1000													250	0.42	750	0.	
ITOMATI	400									229	0.20	437	0.20	433	0.20	101	0.	
S U M A :	2740									434	0.21	1015	0.21	1565	0.27	2166	0.	
SECUNDOS CULTIVOS																		
HORTALIZAS	300									90	0.20	269	0.20	361	0.20	480	0.	
FRÍJOL	100							36	0.16	140	0.16	142	0.16	274	0.16	108	0.	
SORGO M.R.	300													75	0.42	225	0.	
MAIZ M.R.	275													69	0.44	206	0.	
S U M A :	975								36	0.16	230	0.17	411	0.18	779	0.19	1019	0.
PERENNES																		
OLLETO	70	70	0.15	70	0.15	70	0.15	70	0.15	140	0.15	140	0.15	140	0.15	140	0.	
ALFALFA	40	40	0.08	40	0.08	40	0.08	40	0.08	80	0.08	80	0.08	80	0.08	80	0.	
S U M A :	110	110	0.12	110	0.12	110	0.12	110	0.12	220	0.12	220	0.12	220	0.12	220	0.	

FUENTE: INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL No. 088, ZAMORA.

CUADRO No. 10 LAMINAS BRUTAS Y NETAS, Y VOLUMEN TOTAL POR CULTIVO PARA EL CICLO AGRICOLA - 1987/1988, EN LA ZONA DE RIEGO " VALLE DE ZAMORA ".

CULTIVOS	SUP. FISICA (HAS.)	LAMINAS EN M.		VOLUMENES EN MILLARDECOS DE M ³	
		BRUTA	NETA	BRUTO	NETO
<u>INVIERNO</u>					
CAPTAMO M.R.	1,000	0.46	0.35	4,600.0	3,500.0
JANAMARGO	602	0.75	0.54	4,515.0	3,250.8
FRIJOL	933	1.12	0.84	10,449.6	7,337.2
GARBANZO M.R.	1,500	0.46	0.35	6,900.0	5,250.0
GARBANZO HUMEDAD	450				
LENTEJA M.R.	350	0.18	0.12	630.0	420.0
HORTALIZAS	700	0.76	0.56	5,320.0	3,920.0
PAPA	2,100	0.72	0.60	15,120.0	12,300.0
TRIGO	4,050	1.08	0.80	43,740.0	32,400.0
SUBTOTAL :	11,625	0.81	0.61	91,274.6	69,178.0
<u>PRIMAVERA-VERANO</u>					
CEBOLLA	220	0.75	0.54	1,650.0	1,183.0
MAIZ M.R.	720	0.44	0.33	3,168.0	2,376.0
HORTALIZAS	400	0.80	0.60	3,200.0	2,400.0
SORGO M.R.	1,000	0.42	0.32	4,200.0	3,200.0
JITOMATE	400	0.60	0.45	2,400.0	1,800.0
SUBTOTAL :	2,740	0.53	0.40	14,618.0	10,964.0
<u>SEGUNDOS CULTIVOS</u>					
FRIJOL R.	300	1.12	0.84	1,120.0	840.0
MAIZ M.R.	275	0.44	0.33	1,210.0	907.5
SORGO M.R.	300	0.42	0.32	1,260.0	906.0
HORTALIZAS R.	300	0.80	0.60	2,400.0	1,800.0
FRESA R.	1,900	4.80	4.00	85,400.0	72,300.0
CEBOLLA R.	530	0.75	0.54	3,975.0	2,882.0
JITOMATE R.	545	0.76	0.56	4,149.6	3,087.6
SUBTOTAL :	3,851	0.26	2.14	100,514.6	82,373.1
<u>PERENNES</u>					
OLLETO	70	1.60	1.44	1,260.0	1,008.0
ALFALFA	40	0.92	0.76	368.0	204.0
SUBTOTAL :	110	1.48	1.19	1,628.0	1,209.0
TOTAL :	18,386	1.1315	0.891	208,035.2	163,827.1

FUENTE : DISTRITO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL No. 089, ZAMORA.

CUADRO No. 11 CANTIDADES DE FUNGICIDAS, PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES UTILIZADOS EN EL VALLE DE ZAMORA.

CULTIVOS	SUPERFICIE (HA)	PLAGUICIDAS Y FUNGICIDAS	FERTILIZANTES	
			TON.	TIPO
<u>B A S I C O S</u>				
MAIZ	6 000	14,000 Kg. herbicida+14,000 Kg. insecticida. Control plagas del suelo+14,000 Kg.	6 000	180-60-00
SORGO	8 000	Control plagas del follaje	8 000	180-60-00
TRIGO	9 000	10,000 Kg. control plagas del suelo, 10,000 Kg. control de plagas del follaje.	9 000	180-60-00
FRIJOL	1 000	10,000 Kg. control plagas del suelo y 10,000 Kg. control de plagas del follaje.	1 000	80-40-00
<u>FORRAJEROS</u>	10 000	1,000 Kg. insect. plagas del suelo, 100 Lts. o Kgs. insect. plagas del follaje.	1 000	180-60-00
<u>HORTALIZAS</u>			3 000	Triple 17
PAPA	3 000	14,000 Kg. insect. plagas del suelo y 56,000 Kg. insect. plagas del follaje.		
FRESA	2 000		2 000	240-240-110
<u>O T R O S</u>	2 000			

FUENTE : DISTRITO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL No. 088, ZAMORA.

CUADRO No. 12 RENDIMIENTOS EN TONELADAS POR HECTAREA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DEL VALLE DE ZAMORA.

CULTIVOS	SUPERFICIE EN HAS.	RENDIMIENTOS EN TON/HA.
MAIZ	6 000	2.79
SORGO	8 000	4.31
TRIGO	9 000	2.26
FRIJOL	1 000	0.67
PAPA	3 000	21.0
FRESA	2 000	8.87
JITOMATE		14.0
CEBOLLA		30.0
HORTALIZAS		18.62

FUENTE : DISTRITO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL No. 098, ZAMORA.

Asimismo, en coordinación con el Distrito y con base en la metodología establecida por oficinas centrales para la -- instalación y operación de estaciones de monitoreo de la calidad del agua en zonas de riego, se seleccionaron las estaciones de muestreo que a continuación se relacionan y cuya ubicación se muestra en el plano de la Figura 4.

- E₁. -CHILCHOTA.
- E₂. CANAL EL TAJO
- E₃. RIO SANTUARIO
- E₄. RIO TLAZAZALCA
- E₅. LAGO DE CAMECUARC (DESFOGUE)
- E₆. LAS ADJUNTAS
- E₇. EL PLATANAL
- E₈. LOS SOLARES
- E₉. RIO CELIO
- E₁₀. RIO DUERC AGUAS ABAJO DEL CELIO
- E₁₁. RIO DE RAYON
- E₁₂. LA ESTANZUELA
- E₁₃. PRESA BARRAJE DE IBARRA (ENTRADA)
- E₁₄. DREN LOS SOLARES
- E₁₅. CANAL EL CALVARIO
- E₁₆. DREN LA RINCONADA
- E₁₇. DESAGUE GRAL. DEL VALLE
- E₁₈. DREN LAS PARTIDAS
- E₁₉. DREN "A"
- E₂₀. DREN CHAVINDA

4.13.1 justificación de estaciones

A continuación se da la justificación a cada una de las estaciones de muestreo enunciadas, cuyo número está en función también de la capacidad de trabajo del laboratorio regional.

E₁. CHILCHOTA.- Está ubicada sobre el Duero, 1 km. - - aguas abajo de la confluencia del Río San Pedro receptor de las aguas residuales de la población de Chilchota. Este sitio se consideró conveniente para conocer la calidad del - - agua de la principal fuente de abastecimiento, que es el Río Duero, a la entrada a la zona de estudio.

E₂. CANAL EL TAJO.- Ubicada sobre el Canal El Tajo o - Cupatziro, 1.8 kms. aguas arriba de la Estación Hidrométrica Las Adjuntas. Es una aportación por la margen izquierda del Duero, que descarga los remanentes de agua de riego mezcladas con las aguas de retorno agrícola del Valle de Tangancicuaro.

E₃. RIO SANTUARIO.- Ubicada sobre el Río Santuario antes de su confluencia con el Duero, 1.0 km. aguas arriba de la Hidrométrica Las Adjuntas. Aportador también por la margen izquierda del Duero, que conduce aguas de retorno agrícola y aguas residuales de la población de Tangancicuaro.

E₄. RIO TLAZAZALCA.- Ubicada sobre el Río Tlazazalca - antes de su desembocadura al Duero, a 0.5 km. aguas arriba de la Hidrométrica Las Adjuntas. Descarga aguas residuales de -

las poblaciones de Tlazazalca y Purépero y de un alto número de granjas porcícolas de ambas localidades; también aguas de retorno agrícola del Valle de Guadalupe.

E₅. LAGO DE CAMECUARO (DESFOQUE).- Ubicada sobre el canal de desfoque del Lago de Camécuaro antes de su desembocadura al Duero, a 0.2 km. aguas abajo de la Hidrométrica Las Adjuntas. Es una aportación muy importante por su cantidad y calidad, por la margen izquierda de la corriente principal - abastecedora, Río Duero.

E₆. LAS ADJUNTAS.- Ubicada sobre el Duero, 200 mts. - aguas abajo de la Hidrométrica Las Adjuntas. Sitio seleccionado porque aquí se derivan los canales La Planta (para generación de energía eléctrica) y Santiaguillo (para uso agrícola), por las márgenes izquierda y derecha, respectivamente.

E₇. EL PLATANAL.- Ubicada sobre el Río Duero en las inmediaciones del poblado El Platanal. En este sitio existen dos derivaciones para riego a través de los canales Tamándaro y Principal, por las márgenes izquierda y derecha respectivamente.

E₈. LOS SOLARES.- Ubicada también sobre el Duero en la desembocadura del Dren Los Solares, localizada sobre el puente carretero Zamora-Jacona. Descarga aguas de retorno agrícola de una porción de la zona de estudio y aguas residuales - de la población de Jacona, por la margen izquierda de la corriente principal.

E₉. RIO CELIO.- Ubicada en la parte alta del Río Celio en la estación hidrométrica Jacóna. Se seleccionó este sitio porque aguas abajo existen varias derivaciones para uso agrícola, de tal manera que aquí se conoce la calidad original - de otra de las fuentes de abastecimiento superficial de la zona de estudio.

E₁₀. RIO DUERO AGUAS ABAJO DEL CELIO.- Ubicada sobre el Duero aguas abajo de la confluencia del Celio. Seleccionada para evaluar la influencia del Celio, así como la calidad de la corriente principal donde se origina el Dren "A" que es el colector principal. También, aguas abajo de este sitio existen varias derivaciones para riego.

E₁₁. RIO DE RAYÓN.- Ubicada sobre el Duero en las inmediaciones de la Tenencia de Río de Rayón del Municipio de Zamora, sobre el puente ferroviario Zamora-Chavinda. Sitio seleccionado para evaluar el impacto de las aguas residuales de dicha localidad y, también, por los varios aprovechamientos existentes aguas abajo de la misma.

E₁₂. LA ESTANZUELA.- Ubicada en la estación hidrométrica La Estanzuela. Se seleccionó como idónea para evaluar la influencia de las aguas de retorno agrícola de los Valles de Jacóna y Chavinda; así como de las aguas residuales de Zamora y Jacóna. También por la información que este sitio proporciona, tanto hidrométricamente, como por la estación de monitoreo de la calidad del agua que aquí se opera y, tam---

bién, porque aguas abajo se tienen algunos aprovechamientos.

E₁₃. PRESA BARRAJE DE IBARRA (ENTRADA).- Ubicada sobre el Duero en su entrada al embalse. Tiene como objeto conocer la calidad del agua que entrega el Distrito de Desarrollo Rural Integral No. 088 Zamora al Distrito No. 089 Sahuayo.

E₁₄. DREN LOS SOLARES.- Ubicada sobre el Dren Los Solares en el cruce con el puente carretero Zamora-Jacna. Tiene el objeto de cuantificar la carga contaminante que aporta al Duero, proveniente de zonas de riego del área de estudio mediante aguas de retorno agrícola, así como de aguas residuales de una parte de la población de Jacna.

E₁₅. CANAL EL CALVARIO.- Ubicada en el cruce del canal con la carretera a Arío de Rayón. Tiene por objeto cuantificar la carga contaminante aportada a dicho canal por incontables descargas domiciliarias a su paso por la población de Zamora, toda vez que aguas abajo aún es aprovechado para riego.

E₁₆. DREN LA RINCONADA.- Ubicada a 1,000 mts. antes de su desembocadura en el Dren "A". Se eligió esta corriente y este sitio por estar ubicados dentro de una de las zonas que manifiestan mayor afectación por el uso de aguas contaminadas en el riego, considerando la doble función de dren y canal que realiza y que aguas abajo aún tiene aprovechamiento.

E₁₇. DESAGUE GENERAL DEL VALLE.- Ubicada a 400 mts. antes de su desembocadura en el Dren "A" a fin de cuantificar-

la carga contaminante proveniente de áreas agrícolas, parte de la población de Zamora y un número considerable de industrias. Todo ello considerando la doble función de la corriente receptora y por ser ésta una de las áreas más afectadas por el uso de aguas contaminadas.

E₁₈. DREN LAS PARTIDAS.- Ubicada a 1,000 mts. antes de su desembocadura en el Dren "A", para determinar la influencia de aguas de retorno agrícolas sobre otros aprovechamientos, tanto del dren como de su receptor.

E₁₉. DREN "A".- Ubicada antes de su desembocadura en el Río Duero, con el objeto de cuantificar la carga contaminante proveniente de las poblaciones e industrias (parte) de Zamora y Jacora; así como de las aguas de retorno agrícola del Valle de Zamora.

E₂₀. DREN CHAVINDA.- Ubicada antes de su desembocadura en el Duero, 1.5 kms. antes de la hidrométrica La Estanzuela, con el objeto de cuantificar la influencia de las aguas de retorno agrícola del Valle de Chavinda.

4.13.2 selección de parámetros de medición

De acuerdo con el tipo de contaminantes predominantes en la zona y con los objetivos del presente estudio se seleccionaron, en coordinación con el Laboratorio Regional de Celaya, Gto., y con la aprobación de la Subdirección de Labora

torio, Monitoreo y Estudios, los siguientes parámetros de medición.

Determinaciones en campo: O.D., pH, T^oC del agua y ambiental y gasto hidráulico.

Determinaciones en laboratorio: Alcalinidad, bicro, bicarbonatos, carbonatos, cloruros, coliformes totales y fecales, color, conductividad, detergentes, DBO₅, DQC, dureza total y de calcio, Ca, Mg, Na, K, N(NH₃), N(NO₂), N(NO₃), NTK, pH; PO₄(orto), PO₄(total), RAS, SS, ST, SDT, SST, SO₄ y Turbiedad.

4.13.2 técnicas de muestreo y análisis

Las técnicas de muestreo empleadas en la realización del presente trabajo corresponden a las establecidas por las Normas Oficiales de Muestreo y Análisis de Laboratorio para Aguas Residuales.

En cuanto a las técnicas empleadas en la realización de los análisis de laboratorio, corresponden a las establecidas por las mismas normas oficiales antes citadas, así como a los Métodos Estándar para el Análisis de Aguas de Desecho (APHA, AWWA, WPCP).

4.13.3 programa de mediciones, muestreo y análisis

También en coordinación con el Laboratorio Regional de Celaya, Gto., y con la aprobación de la Subdirección de Laboratorios, Monitoreo y Estudios, se determinó que los trabajos de campo para las mediciones, muestreo y análisis, se realizaron con periodicidad mensual durante el período comprendido por los meses de marzo a mayo, inclusive, que es cuando se presenta la mayor demanda de agua para riego.

Para tal efecto, correspondió a la Unidad de Calidad de Agua en Michoacán, efectuar las mediciones, muestreo y análisis de campo; y, al Laboratorio Regional, hacer las determinaciones de laboratorio correspondientes.

En cuanto a las mediciones hidrométricas, los aforos fueron realizados por el método de sección y velocidad, determinándose esta última con inclinete y aprovechando la información de aquellos sitios donde existen estaciones hidrométricas que, en términos generales, son operadas bajo el mismo método.

V. RESULTADOS

Mediante la realización de los trabajos de campo y laboratorio, según se describió en el capítulo anterior, se obtuvo la información que se muestra en los Cuadros 13 y 13-A en los cuales, como podrá apreciarse se muestran los resultados obtenidos por fechas de muestreo para todas y cada una de las estaciones consideradas.

A continuación se procedió a determinar los índices de salinidad potencial, salinidad efectiva, relación de absorción de sodio, carbonato de sodio residual y porcentaje de sodio posible, necesarios para clasificar las aguas utilizadas en riego agrícola.

Para el efecto se utilizaron las siguientes fórmulas:

5.1 Salinidad Potencial y Efectiva

SALINIDAD POTENCIAL.

$$SP = Cl + 1/2 SO_4$$

donde:

Cl y SO_4 = Valores promedio por estación, expresados en meq/l.

SALINIDAD EFECTIVA.

Para el cálculo de este índice se seleccionaron de las siguientes cuadro expresiones las que más se adaptaron a las

condiciones encontradas en campo.

1) Si $\text{Ca CO}_3 + \text{HCO}_3 + \text{SO}_4$

donde:

$$\text{SE} = \text{Suma de cationes} * (\text{CO}_3 + \text{HCO}_3 + \text{SO}_4)$$

2) Si $\text{Ca CO}_3 + \text{HCO}_3 + \text{SO}_4$ pero $\text{Ca CO}_3 + \text{HCO}_3$

donde:

$$\text{SE} = \text{Suma de cationes} * \text{Ca}$$

3) Si $\text{Ca CO}_3 + \text{HCO}_3$ pero $\text{Ca} + \text{Mg CO}_3 + \text{HCO}_3$

donde:

$$\text{SE} = \text{Suma de cationes} * (\text{CO}_3 + \text{HCO}_3)$$

4) Si $\text{Ca} + \text{Mg CO}_3 + \text{HCO}_3$

donde:

$$\text{SE} = \text{Suma de cationes} * (\text{Ca} + \text{Mg})$$

Todos los iones se expresan en meq/l.

Debe considerarse el promedio por estación de los iones considerados.

* Si la suma de los cationes es menor que la de los aniones, deberá emplearse la suma de los aniones en lugar de la de los cationes.

5.2 Relación de Absorción de Sodio

$$RAS = \frac{Na^+}{\frac{Mg^{++} + Ca^{++}}{2}}$$

Expresada en meq/l

donde:

Na^+ , Mg^{++} y Ca^{++} = Promedio por estación de los cationes expresados en meq/l.

5.3 Carbonatos de Sodio Residual

$$CSR = (CO_3^- \text{ y } HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

Expresados en meq/l.

donde:

CO_3^- y HCO_3^- = Promedio por estación de los aniones expresados en meq/l.

5.4 Porcentaje de Sodio Posible

$$P.S.P. = \frac{Na}{SE} \times 100$$

donde:

Na = Promedio por estación.

SE = Salinidad efectiva.

Para todos los parámetros o iones determinados se consideró los valores promedio.

Los índices así determinados para cada una de las estaciones de muestreo se presentan en el Cuadro 14, cuyos valores corresponden al promedio de las tres determinaciones realizadas para cada uno de los tres muestreos efectuados en cada estación.

Finalmente, y sólo con la finalidad de dar una idea más completa de la calidad del agua utilizada en riego agrícola proveniente de pozos, norias y manantiales dispersos en la zona de estudio, en el entendido de que todos son de propiedad ejidal y particular; y, por lo tanto, el Distrito no tiene mayor ingerencia en ellos, se agrega el Cuadro 15, que contiene los rangos de variación y el promedio de las determinaciones realizadas por la extinta Dirección General de Geohidrología y de Zonas Áridas, mediante el muestreo de 51 pozos profundos, 24 manantiales y 10 norias.

5.5 Evaluación

Para efectuar la evaluación de los resultados de campo y de laboratorio obtenidos, se tomaron como base las Normas de Calidad de Agua para Uso Agrícola recientemente dadas por la Subdirección de Laboratorios, Monitoreo y Estudios en el último curso-taller impartido en Los Berros, Edo. de México, así como los Criterios del Laboratorio de Salinidad de los EE.UU. para la Clasificación de las Aguas para Riego Agrícola, ampliamente conocido como Método de Wilcox.

CUADRO No. 14 PROMEDIOS OBTENIDOS EN LA ZONA DE RIEGO VALLE DE ZAMORA DE-
LOS INDICES USADOS PARA LA CLASIFICACION DE LAS AGUAS UTILI-
ZADAS EN LA AGRICULTURA.

INDICE ESTACION	S F	S E	R A S	C S R	P S P
E ₁	0.35	1.02	0.60	0.40	42.53
E ₂	0.20	1.22	0.81	0.93	37.65
E ₃	0.40	1.79	0.53	1.17	38.13
E ₄	0.73	1.61	1.09	0.59	70.43
E ₅	0.43	1.16	0.79	0.57	56.67
E ₆	0.38	0.98	0.68	0.49	45.77
E ₇	0.48	1.17	0.74	0.48	47.87
E ₈	0.62	1.39	0.90	0.43	40.43
E ₉	0.39	1.15	0.69	0.57	50.67
E ₁₀	0.66	1.46	0.79	0.47	37.00
E ₁₁	1.18	2.16	0.84	0.45	29.67
E ₁₂	0.99	2.05	1.11	0.66	54.67
E ₁₃	1.41	2.54	1.65	1.54	67.87
E ₁₄	1.86	3.53	1.78	0.38	64.47
E ₁₅	0.64	1.35	1.08	0.68	65.80
E ₁₆	2.37	5.00	1.85	2.48	50.87
E ₁₇	0.74	1.79	1.28	0.72	74.13
E ₁₈	0.67	1.79	1.16	0.76	61.77
E ₁₉	0.58	2.35	0.96	1.07	44.13
E ₂₀	0.49	1.31	1.01	0.54	75.00

CUADRO No. 15 RANGO DE VARIACION Y PROMEDIO DE LOS PARAMETROS DETERMINADOS EN POZOS PROFUNDOS, NORIAS Y MANANTIALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.

PARAMETRO	CONCENTRACION				PROMEDIO	
	MINIMA		MAXIMA		PPM	MEQ.
	ppm	meq	ppm	meq		
CALCIO	6	0.29	140	6.98	36	1.79
MAGNESIO	3	0.24	94	7.73	28	2.30
SODIO	14	0.62	299	13.00	77	3.34
BICARBONATOS	118	1.93	695	11.39	319	5.22
CARBONATOS	0	0.00	41	1.36	11	0.36
CLORUROS	21	0.59	266	7.50	56	1.57
SULFATOS	0	0.00	142	2.95	13	0.27
ALCALINIDAD TOTAL	97	-	663	-	287	-
DUREZA TOTAL	65	-	740	-	207	-
DUREZA DE CALCIO	15	-	350	-	92	-
DUREZA DE MAGNESIO	15	-	390	-	116	-
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	205	-	1529	-	544	-
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA - umbos/cm.		98.00		2600		528
TEMPERATURA °C		15.00		85		21.73
POTENCIAL HIDROGENO		7.02		7.82		7.34
R A S		9.37		0.32		2.36

FUENTE : ESTUDIO GEOMORFOLOGICO DE EVALUACION. CENSO DEL ESTADO DE MICHOA CAN.- DIRECCION GENERAL DE GEOMORFOLOGIA Y DE ZONAS ARIDAS. SARH. 1977.

Así tenemos primeramente en el Cuadro 16, donde se muestran comparativamente los límites establecidos para los diferentes parámetros de calidad, contra los valores encontrados en las estaciones de muestreo consideradas como las principales fuentes de abastecimiento de aguas superficiales, así como algunos de los índices determinados según se explicó anteriormente, debiendo aclararse que en todo caso se trata de valores promedio.

Del cuadro anterior se desprende que las estaciones E₁ Chilchota, E₂ Canal El Tajo, E₃ Río Santuario, E₅ Lago de Camécuaro (desfogue), E₆ Las Adjuntas, E₇ El Platanal, E₈ Los Solares, E₉ Río Celio, E₁₀ Río Duero abajo del Río Celio, y E₁₁ Arroyo de Rayón, denotan en general buena calidad en cuanto a contenido de sales solubles, contenido de sodio con respecto a otros cationes y también en cuanto a elementos tóxicos como boro y cloruros. Sin embargo, presentan concentraciones ligeramente excedidas de coliformes fecales, por lo cual debe tenerse cuidado cuando se trate de cultivos como fresa y hortalizas. No obstante, puede concluirse que, en términos generales la calidad del agua en estas estaciones es aceptable para el riego.

Por lo que respecta a las estaciones E₄ Río Tlazazalca, E₁₂ La Estanzuela y E₁₃ Presa Barraje de Ibarra (entrada), la calidad del agua no es muy adecuada, ya que se rebasan los límites establecidos para coliformes fecales, HCO₃ y por

ORDEN. 17 CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO SUPERFICIALES DE LA ZONA DE RIEGO DEL VALLE DE ZAMORA.

PARÁMETROS	UNIDAD USO APTICOLIA.	ESTACIONES												
		E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃
CLORURO	5 mg/l	7.7	7.7	7.3	7.7	7.7	7.7	7.5	7.7	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6
CARBONATOS	2 mg/l	1.79	1.70	1.91	2.60	1.87	1.91	1.87	2.09	1.91	2.05	2.08	2.63	2.87
AMONIO	0.3 mg/l	0.07	0.05	0.09	0.07	0.06	0.06	0.15	0.15	0.07	0.15	0.125	0.125	0.22
CLORURO DE CALIFORNIA	1000 mg/l / 100 ml	17x10 ³	12.2x10 ³	13.4x10 ³	13200	132x10 ³	10.43x10 ³	66x10 ³	100x10 ³	127x10 ³	167.7x10 ³	112x10 ³	125x10 ³	12.3x10 ³
CLORURO DE SODIO	1 mg/l	0.20	0.11	0.24	0.46	0.29	0.18	0.28	0.29	0.22	0.33	0.57	0.59	0.92
CONDUCTIVIDAD	µmhos/cm	171	137	179	276	188	192	196	218	183	207	215	312	395
CLORURO DE SODIO	120 mg/l	2	0	5.51	1.35	1.15	2.49	2.34	13.0	2.94	4.5	9.03	6.5	5.58
SULFATOS	50 mg/l	0.41	0.6	0.76	0.75	0.56	0.42	0.47	0.47	0.63	0.81	0.68	0.68	1.07
CLORURO DE SODIO	1 mg/l	1.02	1.22	1.79	1.61	1.20	0.98	1.17	1.39	1.15	1.46	2.16	2.05	2.54
CLORURO DE SODIO	1 mg/l	0.36	0.20	0.40	0.73	0.43	0.38	0.48	0.62	0.39	0.66	1.18	0.99	1.41
SULFATOS	1.25 mg/l	0.40	0.93	0	0.56	0.57	0.49	0.48	0.43	0.57	0.47	0.45	0.66	1.54
SULFATOS	50 mg/l	42.53	37.65	39.13	70.43	48.20	45.77	47.87	110.43	44.76	37.00	29.67	54.67	67.87

ciento de sodio posible (P.S.P.), además de que la última -- excede también el carbonato de sodio residual (CSR). Lo ante rior se explica en la E₄ Río Tlazazalca, por tratarse de -- aguas eminentemente de retorno agrícola; en la estación E₁₂ - La Estanzuela por ser el sitio donde el Duero ha recibido to das las aguas residuales de los valles de Zamora y Chavinda; además, de las aguas residuales municipales e industriales - de las ciudades de Zamora y Jaccna. Para el tramo del río, - desde La Estanzuela a la entrada de la Presa Barraje de Iba- rra, además de aprovechamientos directos se tienen aportacio nes de aguas de retorno agrícola que no permiten la recupera ción de la corriente principal. En general, en estas estacio nes el agua resulta condicionada por el sodio.

Por otra parte, en el Cuadro 17 se presentan los valo- res promedio encontrados en las estaciones establecidas en - los principales drenes del Distrito que, como ya se mencio- nó, funcionan como canales de distribución y también como - cuerpos receptores, razón por la cual se amerita evaluar su- calidad.

Así tenemos que, en general, rebasan los límites esta- blecidos para coliformes fecales, HCO₃, conductividad y por- ciento de sodio posible (PSP); de acuerdo con los indicado- res de calidad del agua para uso agrícola, tenemos que en - las estaciones E₁₅ Canal El Calvario, E₁₇ Desagüe General - del Valle, E₁₈ Dren Las Partidas, E₁₉ Dren "A" y E₂₀ Dren -

CUADRO No. 17.- CALIDAD DEL AGUA DE LOS PRINCIPALES DRENES DE PETOMMO AGRICOLA.

PARAMETRO	NORMA USO AGRICOLA.	E S T A C I O N E S						
		E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	E ₂₀
PH	5 a 8	7.33	7.60	7.33	7.03	7.23	7.40	7.40
BICARBONATOS	2 meq/l	2.45	2.15	5.30	2.85	2.50	2.95	2.40
DURO	0.3 me/l	0.12	0.05	0.27	0.12	0.07	0.05	0.05
CLORUROS	1 meq/l	0.74	0.42	1.52	0.41	0.33	0.44	0.20
COLIFORMES - FECALES.	1000 NMP/100 ml.	35×10^5	1212×10^3	165×10^4	1212×10^2	32×10^4	225×10^4	24×10^4
CONDUCTIVIDAD	250 μ hos/cm	421	272.5	671	328.5	301	320.5	255.5
DEC ₅	100 mg/l	25.42	3.72	21.07	3.16	3.28	4.16	3.82
FOSFATOS TOTA LES.	50 mg/l	1.16	0.93	4.51	1.51	1.06	1.37	0.95
S. E.	3 meq/l	3.53	1.95	5.00	1.79	1.79	2.35	1.31
S. P.	3 meq/l	1.96	0.64	2.07	0.74	0.67	0.88	0.45
P.S.P.	50%	64.47	65.80	70.13	74.13	61.77	69.90	75.00
C.S.R.	1.25 meq/l	0.53	0.68	2.40	0.72	0.76	1.01	0.54

Chavinda, resultan aguas condicionadas por el sodio; en cuanto a la estación E₁₄ Dren Los Solares, tenemos que también se encuentran excedida en la salinidad efectiva, por lo que resultan aguas condicionadas por sales solubles y sodio. Referente a la estación E₁₆ Dren La Rinconada, se tiene que además, se exceden en cloruros y carbonato de sodio residual (C.S.R.). Por lo anterior, dichas aguas resultan condicionadas por cloruros, sales, sodio y carbonato de sodio residual.

Las altas concentraciones de coliformes fecales y los altos valores en la conductividad se explican, porque todas las corrientes son receptoras de descargas de aguas residuales municipales; y, lo segundo, por la influencia de las aguas de retorno agrícola.

Por último, en el Cuadro 18 se presentan índices determinados para todas y cada una de las estaciones de monitoreo para cada fecha de muestreo, así como las clasificaciones obtenidas para cada caso.

En general, el agua que se suministra a la zona de riego es de buena calidad, ya que de las estaciones cuya calidad salió condicionada por el sodio solamente la Estanzuela es utilizada para el riego, pero en la zona baja del área de estudio; el Río Tlazazalca es un aportador, por lo que sus aguas se utilizan mezcladas con las del Duero; y, por último, el otro sitio es a la entrada de la Presa Barraje de Iba

CUADRO No. 18 DETERMINACION DE INDICES Y CLASIFICACION DE LAS AGUAS DE RIEGO EN EL VALLE DE ZAMORA.

CLAVE ESTACION.	FECHA DE MUESTREO	SP	SE	PAS	CSR	PSP	C.E. umhos/cm.	SO ₄ meq/l	CL meq/l	P mg/l	CLASE	CLASIFICACION
E1	9-III-88	0.61	1.31	0.47	0.42	30	166	0.56	0.33	-	C ₁ S ₁	BUENA
E2	" " "	0.24	1.53	1.11	1.17	35	148	0.25	0.11	0.05	C ₁ S ₁	BUENA
E3	" " "	0.36	1.00	0.71	0.51	58.5	182	0.27	0.22	0.05	C ₁ S ₁	COND.
E4	" " "	0.73	1.54	1.15	0.52	75	297	0.58	0.44	0.06	C ₂ S ₁	COND.
E5	" " "	0.50	1.23	0.89	0.57	52.2	189	0.33	0.33	0.05	C ₁ S ₁	COND.
E6	" " "	0.39	1.05	0.61	0.43	50	194	0.45	0.17		C ₁ S ₁	BUENA
E7	" " "	0.59	1.25	0.71	0.43	49	201	0.49	0.33		C ₁ S ₁	BUENA
E8	" " "	0.06	2.15	1.06	0.65	44.5	235	1.05	0.44		C ₁ S ₁	BUENA
E9	" " "	0.63	1.35	0.804	0.56	49.8	186	0.32	0.45	0.06	C ₁ S ₁	BUENA
E10	" " "	1.05	2.02	0.75	0.46	32	214	1.01	0.55		C ₁ S ₁	BUENA
E11	" " "	2.10	3.81	0.87	0.38	27.8	201	1.49	0.94		C ₁ S ₁	BUENA
E12	" " "	1.61	2.36	1.15	0.30	49	325	0.90	1.16		C ₂ S ₁	BUENA
E13	" " "	1.87	2.59	1.41	0.34	55.6	349	0.76	1.49		C ₂ S ₁	COND.
E1	19-IV-88	0.17	0.81	0.47	0.26	50.6	200	0.32	0.21	0.05	C ₁ S ₁	BUENA
E2	" " "	0.17	0.91	0.50	0.68	40.3	125	0.12	0.11	0.05	C ₁ S ₁	BUENA
E3	" " "	0.40	3.40	0.45	0.00	20.0	175	0.25	0.28	0.18	C ₁ S ₁	BUENA
E4	" " "	0.70	2.03	1.18	1.06	56.6	254	0.53	0.44	0.08	C ₂ S ₁	COND.
E5	" " "	0.51	1.31	0.89	0.57	54.7	186	0.46	0.28	0.08	C ₁ S ₁	COND.
E6	" " "	0.23	0.86	0.46	0.47	45.3	180	0.22	0.17	0.05	C ₁ S ₁	BUENA
E7	" " "	0.54	1.32	0.51	0.47	32.6	200	0.63	0.22	0.05	C ₁ S ₁	BUENA
E8	" " "	0.62	1.34	0.67	0.36	45	240	0.65	0.28	0.09	C ₁ S ₁	BUENA
E9	" " "	0.45	1.25	0.75	0.57	50.3	179	0.46	0.22	0.06	C ₁ S ₁	BUENA
E10	" " "	0.60	1.39	0.62	0.48	40	240	0.63	0.28	0.05	C ₁ S ₁	BUENA
E11	" " "	0.82	1.53	0.65	0.40	43	240	0.63	0.50	0.05	C ₁ S ₁	BUENA
E12	" " "	0.75	1.93	0.97	0.76	52	310	0.84	0.33	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E13	" " "	1.22	2.59	1.60	0.30	77	440	1.13	0.66	0.39	C ₂ S ₁	COND.
E1	24-V-88	0.30	0.93	0.54	0.51	47	175	0.25	0.17	0.10	C ₁ S ₁	BUENA
E2	" " "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E3	" " "	0.47	1.09	0.43	0.36	35.3	210	0.61	0.22	0.05	C ₁ S ₁	BUENA
E4	" " "	0.77	1.25	0.95	0.20	79.7	310	0.55	0.50	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E5	" " "	0.52	1.35	0.88	0.35	35	180	0.11	0.23	0.05	C ₁ S ₁	BUENA
E6	" " "	0.35	1.04	0.52	0.57	47	185	0.25	0.20	0.10	C ₁ S ₂	BUENA

.....CONTINUA CUADRO No. 12

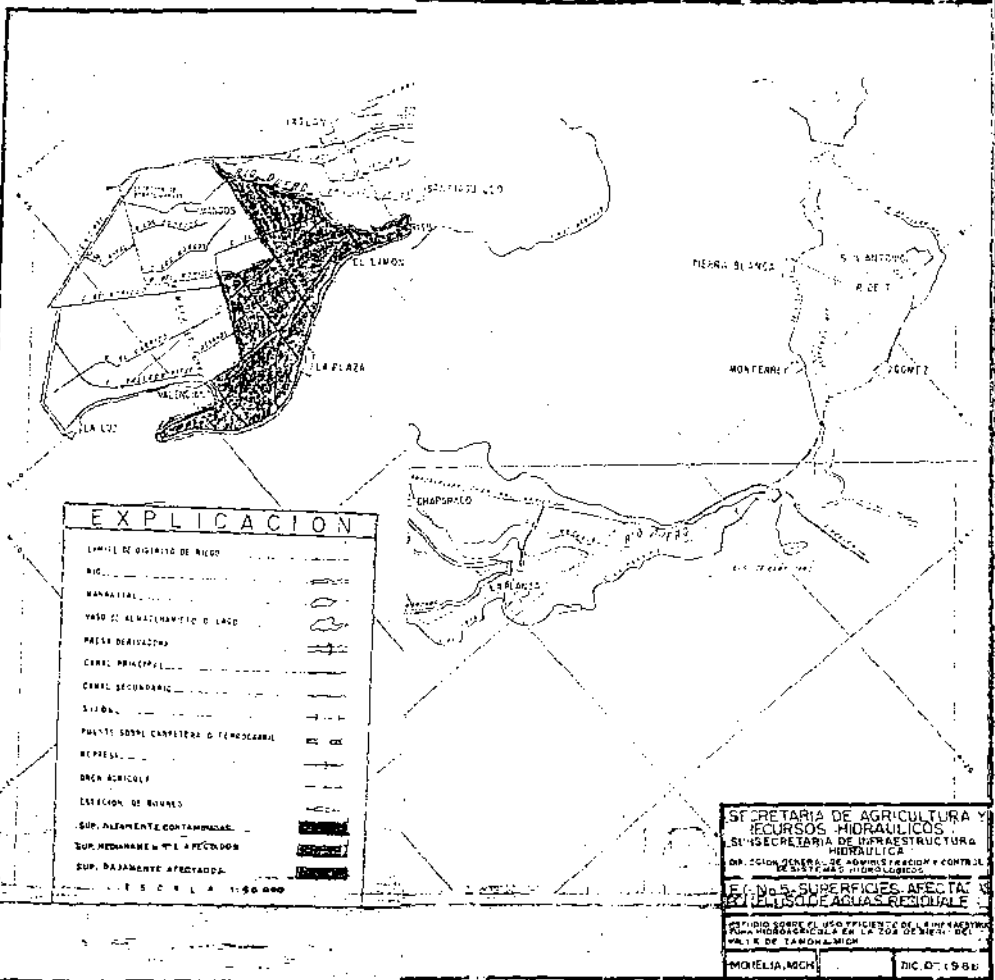
LAVE ETA- ION.	FECHA DE MUESTRO	SP	SE	PAS	CSR	POP	C.E. umbos/ cm.	SC mg/l	CL mg/l	B mg/l	CLASE	CLASIFI- CACION.
7	24-V-88	0.34	0.95	0.73	0.55	62	190	0.12	0.22	0.24	C ₁ S ₁	BUENA
8	" " "	0.30	0.68	0.30	0.26	41	200	0.25	0.17	0.20	C ₁ S ₁	BUENA
9	" " "	0.53	1.35	0.72	0.56	42.0	200	0.51	0.28	0.02	C ₁ S ₁	BUENA
10	" " "	0.34	0.97	0.42	0.46	39	200	0.34	0.17	0.24	C ₁ S ₁	BUENA
11	" " "	0.62	1.31	0.35	0.56	25	205	0.67	0.22	0.20	C ₁ S ₁	BUENA
12	" " "	0.62	1.87	1.24	0.92	63	300	0.67	0.28	0.20	C ₂ S ₁	COND.
13	" " "	1.16	2.44	1.54	0.74	71	395	1.39	0.51	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E14	9-III-88	3.93	6.27	2.39	0.0	46	447	4.75	1.60	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E15	" " "	0.98	2.04	1.33	0.0	75	344	0.52	0.72	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E16	" " "	1.88	5.09	3.20	2.67	71.7	633	1.09	1.33	0.09	C ₂ S ₁	COND.
E17	" " "	0.78	2.20	1.46	0.98	68	339	0.99	0.33	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E18	" " "	0.73	1.77	1.24	0.64	70	315	0.80	0.33	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E19	" " "	0.73	1.77	1.20	0.64	67.8	310	0.80	0.33	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E20	" " "	0.44	1.27	1.18	0.62	90.5	273	0.43	0.22	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E14	19-IV-88	1.00	2.34	1.85	0.68	86.7	395	1.33	0.33	0.08	C ₂ S ₁	COND.
E15	" " "	0.35	1.05	0.83	0.57	68.2	201	0.25	0.22	0.08	C ₁ S ₁	COND.
E16	" " "	2.08	4.65	2.21	2.21	72	709	0.73	1.71	0.16	C ₂ S ₁	COND.
E17	" " "	0.80	1.98	1.57	1.00	85	318	0.37	0.61	0.06	C ₂ S ₁	COND.
E18	" " "	0.76	1.96	1.31	0.83	65.3	267	0.74	0.39	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E19	" " "	0.84	2.51	1.40	1.27	54.6	331	0.60	0.44	0.05	C ₂ S ₁	COND.
E20	" " "	0.58	1.42	1.10	0.49	71.8	238	0.71	0.22	0.05	C ₁ S ₁	COND.
E14	24-V-88	0.92	1.89	1.10	0.34	65.7	400	1.27	0.28	0.22	C ₂ S ₁	COND.
E15	" " "	3.61	2.47	1.07	0.0	54.2	240	0.55	0.33	0.05	C ₁ S ₁	COND.
E16	" " "	2.25	5.25	2.40	2.57	66.7	800	2.95	1.62	0.53	C ₃ S ₁	COND.
E17	" " "	0.64	1.16	0.82	0.18	69.6	300	0.72	0.28	0.16	C ₂ S ₁	COND.
E18	" " "	0.55	1.64	0.92	0.81	50.	300	0.55	0.28	0.1	C ₂ S ₁	BUENA
E19	" " "	1.09	2.76	1.65	1.13	57.3	350	1.09	0.55	0.16	C ₂ S ₁	COND.
E20	" " "	0.52	1.24	0.74	0.52	62.7	280	0.55	0.17	0.14	C ₂ S ₁	COND.

rra, esto es al final de la zona de estudio.

Como ya se mencionó antes, las estaciones establecidas dentro de la red de distribución de la zona de riego, que mostraron alteraciones en la calidad de sus aguas son el Canal El Calvario y los drenes de retorno agrícola y ello se debe a que en su paso por la mancha urbana reciben infinidad de descargas domiciliarias y algunas descargas industriales, siendo estas corrientes las que motivan las superficies mayormente afectadas que se muestran en la Figura 5.

En cuanto a la calidad a la salida de la zona de riego, en la estación E₁₃ Presa Barraje de Ibarra (entrada), que resultó condicionada por el sodio además de estar excedida en algunos parámetros con respecto a las normas de calidad para uso agrícola, debe tomarse en cuenta la influencia de las aguas residuales municipales e industriales de la zona de Zamora y Jacona, principalmente.

Un ensayo mediante la determinación de índices generales de calidad por el Método de Dinius, cuyos cálculos no se incluyeron en el presente trabajo, permite estimar que la calidad de las aguas de retorno en el área de estudio con relación a la calidad del agua suministrada, se deteriora entre un 20 y un 22%, a excepción del Dren "A" y La Rinconada, en los cuales el deterioro asciende hasta 30% y 49%, respectivamente, como consecuencia de la carga contaminante aportada por las aguas residuales municipales e industriales y aguas-



EXPLICACION	
LIMITE DE DISTRITO DE RÍO	---
RÍO	—
MANANTIAL	○
VAÑO DE ALMACENAMIENTO O LAGO	○
PRESA DERIVADORA	—
CANAL PRINCIPAL	---
CANAL SECUNDARIO	---
SIFÓN	---
PUNTO SOBRE CANALERA O FERROCARRIL	○
REPRESA	---
USO AGRÍCOLA	---
ESTACION DE BOMBEO	---
SUP. ALFARERÍA, CONTAMINADA	■
SUP. MEDIANERA Y T. A. PECTADOS	■
SUP. BAJAMENTE AFECTADA	■

ESCALA 1:50,000

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS
 SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA
 DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE OBRAS Y OTORGAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUPERFICIES AFECTADAS POR EL USO DE AGUAS RESIDUALES
 ESTUDIO SOBRE EL USO EFICIENTE DE LAS SUPERFICIES AFECTADAS POR EL USO DE AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA DE TOLUCA, MEX.
 MONTELIJA, MEX. DIC. O. 1958

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general, la calidad del agua de las diversas fuentes que abastecen a la zona de riego en estudio es originalmente buena para el riego de todo tipo de cultivos y toda clase de suelos; son los métodos empleados para su uso y manejo los que obligados por las características topográficas de la zona propician la degradación.

El Río Duero, por ejemplo, principal fuente de abastecimiento, canal distribuidor y dren general a la vez, sufre una paulatina degradación en su calidad a su paso por la zona de riego; si al entrar en ella sus aguas resultan clase $C_1 S_1$, no obstante que su índice general de calidad determinado por el método de Dinius resulta del 68%, ya en las estaciones de muestreo Arío de Rayón y La Estanzuela, las aguas son clasificadas $C_2 S_1$, con valores altos del porcentaje de sodio posible (PSP) y de coliformes fecales excedidos, así como grasas y aceites. No obstante, resultan aceptables para el riego de los cultivos que predominan en la zona, aunque adecuadas solamente para algunas clases de suelos. Ya en la entrada de la corriente al vaso de la Presa Barraje de Ibarra, aunque las aguas siguen siendo clase $C_2 S_1$, resultan mayormente condicionadas en cuanto al por ciento de sodio posible y coliformes; además, por carbonato de sodio residual

(CSR). Por fortuna, en este sitio ya no existen aprovechamientos, y por otra parte, el tiempo de retención en el vaso le propician una autopurificación significativa antes de nuevos aprovechamientos y/o de su descarga en el Río Lerma.

De igual manera, a distribución y manejo de las aguas -provenientes de las diversas fuentes de abastecimiento, mediante canales que a la vez son drenes y viceversa, se transforman en general a la clase $C_2 S_2$, condicionadas para ciertos cultivos y clases de suelos. No obstante siguen siendo -adecuadas para los cultivos que predominan más, no así para todos los suelos.

Mención aparte merecen los canales El Calvario y Desagüe General del Valle y los drenes La Rinconada y Las Partidas, que atraviesan la zona urbana de Zamora, así como también el Dren Los Solares que atraviesa un sector de la población de Jacca, los cuales al salir de dichas localidades, -aún cuando su clase sigue siendo $C_2 S_1$, a excepción del Dren La Rinconada que resulta $C_3 S_1$, resultan aguas peligrosas para el riego de cultivos de fresa y hortalizas existentes en áreas aledañas a las poblaciones, por los valores altos que presentan de porcentaje de sodio posible, cloruros fecales, grasas y aceites y detergentes, debiendo agregarse en el caso del Dren La Rinconada el carbonato de sodio residual y la salinidad efectiva. En condiciones similares se encuentra el Dren "A" que es el colector principal y sobre el cual, por fortuna, existen pocos aprovechamientos.

Por otra parte, por el tipo de aprovechamientos que predominan en la zona, se propicia el derroche de considerables volúmenes de agua y ésto, aunado a la existencia de mantos freáticos someros (1 a 1.5 m) en un 60% de la zona, motiva problemas de salinidad y/o sodicidad en los suelos, quedando todo lo anterior ejemplificado en las zonas que se señalaron como mayormente afectadas en la Figura 5.

Otro problema de la región lo constituye el desacato, por parte de los agricultores, de las disposiciones de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en cuanto a la selección, uso y aplicación de los productos químicos en los campos agrícolas.

Por todo lo anterior, se consideran razonables las siguientes recomendaciones:

- 1.- Evitar el riego de cultivos de fresa y hortalizas con aguas de las corrientes que atraviesan manchas urbanas, lo cual implica las siguientes alternativas.
 - a) Construcción de infraestructura para la colección y tratamiento de las aguas residuales municipales, industriales y de servicios, de las poblaciones de Zamora y Jacona, lo cual propiciaría un distrito de re uso del agua.
 - b) Desincorporación del dominio de la federación en favor de los municipios las corrientes y zonas federales que atraviesan poblaciones, a fin de que sean ~

utilizadas como meros colectores de aguas residuales, exigiendo a las autoridades municipales el tratamiento de las mismas para asegurar su reuso.

- c) Buscar otras alternativas para el riego (pozos profundos) de las superficies con cultivos de fresa y hortalizas.
 - d) Reglamentar las superficies donde puedan trabajarse este tipo de cultivos sin recurrir al riego con aguas contaminadas.
- 2.- Se recomienda la adecuación de las estructuras hidrométricas existentes e incrementar su número instalando nuevas, tanto en las corrientes distribuidoras como en los drenes, a fin de lograr un mejor control en el uso y manejo del agua.
- 3.- Es recomendable también el revestimiento de los canales a fin de evitar las pérdidas por infiltración, con lo cual se optimiza el aprovechamiento del recurso y se controlan las afectaciones de suelos por la someridad de mantos freáticos.
- 4.- Se considera muy necesario intensificar la capacitación de los agricultores de la zona para un mejor conocimiento sobre el uso y manejo del agua, de los suelos y productos químicos aplicables al campo.
- 5.- Es necesario también, concientizar y apoyar a las auto-

ridades municipales para la implantación de un sistema adecuado de recolección y disposición final de los desechos sólidos, que como práctica muy generalizada, son depositados sobre drenes y canales cercanos a la población.

- 6.- Se considera que, en tanto se lograra una infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales de la zona, éstas debieran encausarse hasta el Dren "A", donde prácticamente no hay aprovechamientos.

BIBLIOTECA ESCUELA DE ASESORIA

VII. RESUMEN

Debido a la alta productividad en el Estado de Michoacán referente a fresa, brocoli, coliflor, tomate y otros, en especial los municipios de Zamora y Jacona, ha requerido la implantación de un considerable número de industrias en dichos municipios.

Esto ha traído como consecuencia un alto crecimiento poblacional en la zona, con los servicios municipales de alcantarillado y drenaje por demás muy deficientes.

Lo anterior plantea una problemática compleja, pues conduce a que las aguas residuales municipales, industriales y de servicios se estén aplicando en el riego de los cultivos, lo cual representa riesgos fitosanitarios para los productos hortícolas.

Por esta razón, se implantó la zona de riego del Valle de Zamora, que posteriormente quedó establecida como Distrito de Desarrollo Rural Integral No. 088 Zamora, para la instrumentación y manejo de estaciones para la medición de la calidad del agua, situando estaciones hidrométricas en puntos estratégicos, tanto sobre los canales y drenes como en los cuerpos receptores, para así obtener los parámetros físicos y biológicos que reflejen el estado de la calidad

del recurso hidráulico e incrementar la producción agrícola; así como controlar, y de ser posible, evitar al máximo la de gradación de los suelos, así como la contaminación de los mantos acuíferos.

Por este motivo, en este trabajo se realizó un análisis del manejo y uso del agua en la zona y sus repercusiones, con el fin de determinar las medidas requeridas en el uso eficiente de la infraestructura hidroagrícola de la zona y optimizar el aprovechamiento del recurso hidráulico.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- DEPARTAMENTO de Agricultura de los EE.UU. 1985. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Ed. Limusa. 5a. edición.
- 2.- GOBIERNO del Estado. 1979. Atlas Geográfico del Estado de Michoacán.
- 3.- PALACIOS Oscar y aceves Everardo. Instructivo para el Muestreo. Registro de Datos e Interpretación de la Calidad del Agua para Riego Agrícola. Rama de Riego y Drenaje. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura.
- 4.- S.A.R.H. 1976. Reuso del Agua en la Agricultura, la Industria, los Municipios y en la Recarga de Acuíferos. Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.
- 5.- S.A.R.H. 1978. Tendencias de la Contaminación del Agua en México. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. Subdirección de Ingeniería. 1a. etapa.
- 6.- S.A.R.H. 1979. Análisis de Aguas y Aguas de Desecho. - - Vol. I, II y III. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Usos del Agua y Prevención de -