

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA



EVALUACION DEL RECURSO SUELO SU  
USO Y MANEJO  
Municipio de San Luis de la Paz  
Estado de Guanajuato.

T E S I S

Que para obtener el título de:  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA  
p r e s e n t a :  
Juan Carlos Fuentes Olvera

México, D. F.

1976

17154

1034



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**EVALUACION DEL RECURSO SUELO**  
**(SU USO Y MANEJO)**

**- Municipio de San Luis de la Paz, Gto. -**

**00000423**

# INDICE

	Pág .
INTRODUCCION .....	1
OBJETIVOS .....	4
GENERALIDADES .....	6
UBICACION .....	9
INFRAESTRUCTURA .....	10
POBLACION .....	12
TENENCIA DE LA TIERRA .....	17
GEOLOGIA Y RELIEVE .....	19
CLIMA .....	22
HIDROLOGIA .....	28
USO ACTUAL DEL SUELO .....	43
VEGETACION .....	50
CLASIFICACION DE LOS SUELOS .....	59

USO POTENCIAL DEL SUELO.....	72
NOTAS.....	86
CONSIDERACIONES.....	88
BIBLIOGRAFIA.....	89

INDICE DE CARTAS

Pág.

Estado de Guanajuato (ubicación del Mpio.).....	8-A
Zona Noreste del Edo. de Guanajuato.....	11-A
Población .....	15-A
Topografía del Municipio.....	21-A
Geología.....	21-B
Topografía (Norte de San Luis de la Paz.....)	20-A
Topografía (Sur de San Luis de la Paz).....	20-B
Isotermas.....	24-A
Isoyetas.....	24-B
Delimitación de la Cuencia Alta del Rio Laja.....	31-A
Hidrología (Norte de San Luis de la Paz).....	42-A
Hidrología (Sur de San Luis de la Paz).....	42-B
Uso Actual del Suelo.....	56-A
Gráfica de porcentaje de suelos.....	71-A
Edafología.....	71-B
Uso Potencial del Suelo.....	84-A

## INTRODUCCION

La acción del hombre en cualquier sitio de la tierra, ha tenido como apoyo y punto de partida la disponibilidad de los recursos naturales .

Sin caer en exageraciones se puede afirmar que la abundancia, escasez o ausencia de los recursos naturales, condicionan las actividades del hombre .

En los últimos años se ha extendido por todo el mundo y México no podía ser la excepción, la preocupación por el estudio de los recursos naturales y la valorización objetiva de los mismos, realizando inventarios como base para la programación de las actividades del poder público y de la iniciativa privada .

Los recursos naturales son dinámicos en la medida de que gracias al progreso de la técnica, constantemente se están dando nuevos usos a los elementos de la naturaleza; es decir cada vez que se amplía el conocimiento del medio que nos rodea, aumenta el acervo de los recursos y se dan nuevos usos a los ya utilizados .

Se ha incorporado al pensamiento contemporáneo la idea de que el recurso natural, para merecer esa designación debe estar cumpliendo una función, resolviendo alguna necesidad del hombre .

Las principales características de los recursos naturales son dinámica y funcionalidad, y estas son consecuencia directa de la acción del hombre, o sea que éste con su esfuerzo físico y su capacidad intelectual creadora convierte los elementos naturales indiferentes en recursos naturales, habiendo vencido previamente las resistencias que encuentra en esta acción.

México en su actual posición, se ve en la necesidad de luchar por integrar en forma total sus recursos para su racional aprovechamiento, de ahí la obligación de lograr una cabal cuantificación y cualificación de tales recursos.

Por su disponibilidad los recursos se dividen en permanentes, renovables y no renovables; esta clasificación académica rebasa el ambiente teórico y es motivo de preocupación de los funcionarios e investigadores.

A cada uno de los grupos de recursos corresponde una diferente actitud en su explotación y conservación, de ahí la necesidad de planear y llevar a cabo la explotación adecuada para cada región.

Si se considera que los suelos tienen particular trascendencia por lo que representan como recurso natural básico, entonces se entenderá que solo mediante su conocimiento detallado se podrán definir los usos más apropiados a los que debe dedicárseles para su productividad económica óptima, sin desatender a su conservación y mejoramiento.

Los resultados de la investigación agrícola indican que los suelos de México poseen una productividad agrícola potencial superior al nivel de producción a que actualmente ha llegado en ellos.

Desafortunadamente, al problema de la explotación de los suelos en nuestro país - concurren diversos factores que hacen que la producción agrícola no sea óptima; entre tales problemas se pueden mencionar: el aumento de la demanda de productos del campo debido al crecimiento demográfico; el abandono de las áreas rurales por emigración hacia los centros urbanos; las pocas o nulas inversiones en el sector agropecuario regido por la tenencia de la tierra de tipo ejidal o comunal ( que cada día es el más numeroso), y como consecuencia de esto un nivel de mecanización muy bajo y por lo tanto técnicas rudimentarias - en la explotación y conservación de la tierra .

Esto significa un reto, dirigido principalmente a profesionistas, que como los Geógrafos, tienen las armas teóricas, o sean los conocimientos científicos para responder a tal reclamo; es por la supervivencia misma de nuestro País, mas que por el prestigio de la profesión .

## OBJETIVOS

Esta obra tiene como finalidad el integrar diversos estudios para la cualificación de los suelos del Municipio de San Luis de la Paz, en el Estado de Guanajuato; encadenar al conocimiento que de los otros recursos de la región se tienen, y así integrar un trabajo cuya evaluación sea aplicada para impulsar al desarrollo pleno de la agricultura en el Municipio.

San Luis de la Paz está condicionado por una serie de factores que lo hacen ideal para un estudio de esta naturaleza; en primer lugar su situación, en la parte NW de Guanajuato, o sea una de las zonas de la Entidad relativamente desligadas de otras regiones del Estado como son los valles de Santiago, Salvatierra, Acámbaro, etc. que al formar parte de la región del Bajío, tienen relevancia económica y por consiguiente prioridad en cuanto a inversiones, y asistencia técnica se refiere; mientras que la región NW tiene una importancia de segundo orden, comparativamente.

Estudiando además, otros factores como son los geomorfológicos, hidrológicos, de infraestructura, de tenencia de la tierra etc, se tiene un cuadro por demás interesante para la planeación e integración de proyectos para el desarrollo del Municipio.

Se espera que teniendo la información del recurso suelo, integrada en su totalidad sea la base para aplicar las técnicas agropecuarias (de uso del suelo) más adecuadas a los tipos y clases de suelos de esta zona.

Desde los comienzos de la agricultura, el uso apropiado del suelo ha constituido un problema de gran importancia para los campesinos; el empleo que un agricultor le dé a las diferentes clases de terreno disponible por él, determina en una forma decisiva, el uso de su trabajo y otros medios de producción, las ganancias que él obtendrá y el grado al cual los recursos originales del suelo deben ser conservados.

Clasificando los suelos por su capacidad agrológica, y jerarquizándolos para la optimización de su uso, se habrá obtenido una meta aceptable, para que sea posible la continuidad y redituabilidad de los recursos del campo.

## GENERALIDADES .

Para que un trabajo como el presente pueda servir de base para una futura planeación integral, debe contener:

- a) Cuantificación del recurso básico, en este caso el suelo .
- b) Cualificación del mismo .
- c) Determinar las carencias de recursos, que en este caso es el agua .
- d) Panorama general de la situación socioeconómica, de infraestructura, de población y de tenencia de la tierra .
- e) Señalar las posibilidades futuras de desarrollo basadas en el uso potencial del suelo u optimización de su uso .

Al tener estos puntos como finalidad, se pensó en una metodología que permitiera desarrollarlos de la mejor manera posible . La metodología usada fue la analítica, que consiste en inventariar con precisión la situación actual y el funcionamiento del área estudiada .

Para tales efectos fue necesario clasificar los suelos en diversas formas, cada una de ellas con fines específicos, en base a diversos factores y características .

Diversos estudios llevados a cabo en la zona sirvieron de base a este trabajo; sobre todo los elaborados por CETENAL y diversos Departamentos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos; los problemas se plantearon debido a la posición y relieve del Municipio, ya que la S. R. H. por ejemplo limita sus observaciones y estudios a las partes planas, y CETENAL no tiene completamente estudiada la región.

Se utilizaron fotografías aéreas ( Esc . 1:25 000) para verificar algunas zonas y para completar otras que no estaban representadas en cartas .

Los mapas de la Secretaría de la Defensa auxiliaron a la elaboración de las distintas cartas ( Esc . 1:100 000 ) ; así como los mapas de la Secretaría de Obras Públicas completaron las cartas CETENAL para el señalamiento de la infraestructura y la limitación municipal .

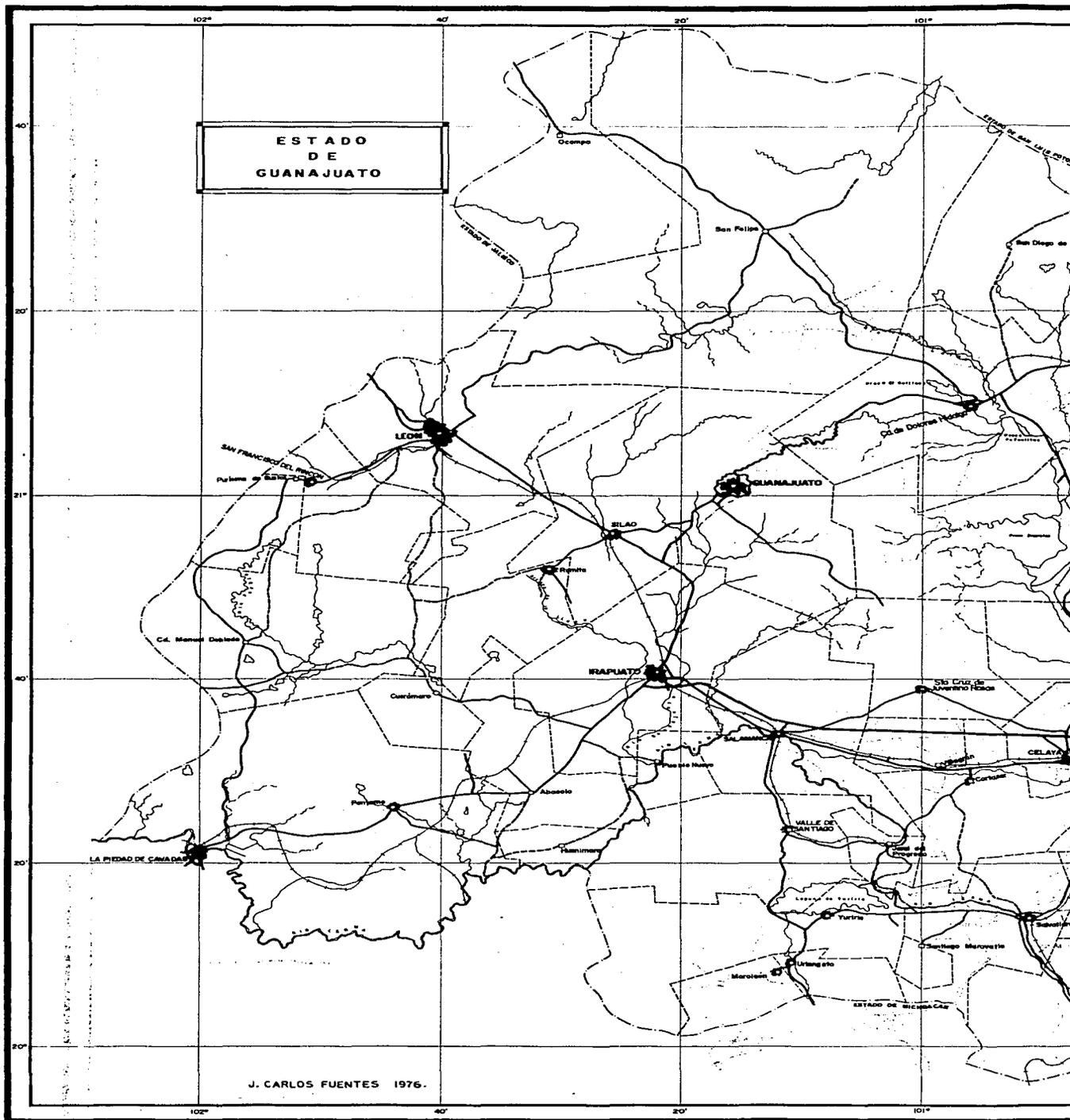
Las estadísticas oficiales ( Censo de Población, Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal y datos de producción agrícola ), se utilizaron para la elaboración de cuadros e informes .

Se llevaron a cabo recorridos por el Municipio; esta investigación de campo corroboró informes, actualizó datos y detectó problemas . Por lo que respecta a la integración de toda esta información, se intentó no perder la continuidad y lograr de todas estas evaluaciones una línea objetiva y coherente de conclusiones y proposiciones .

Las diversas introducciones a los diversos temas, son para fundamentar las clasificaciones y evaluaciones de los estudios realizados; esperando que tales justificaciones no sean

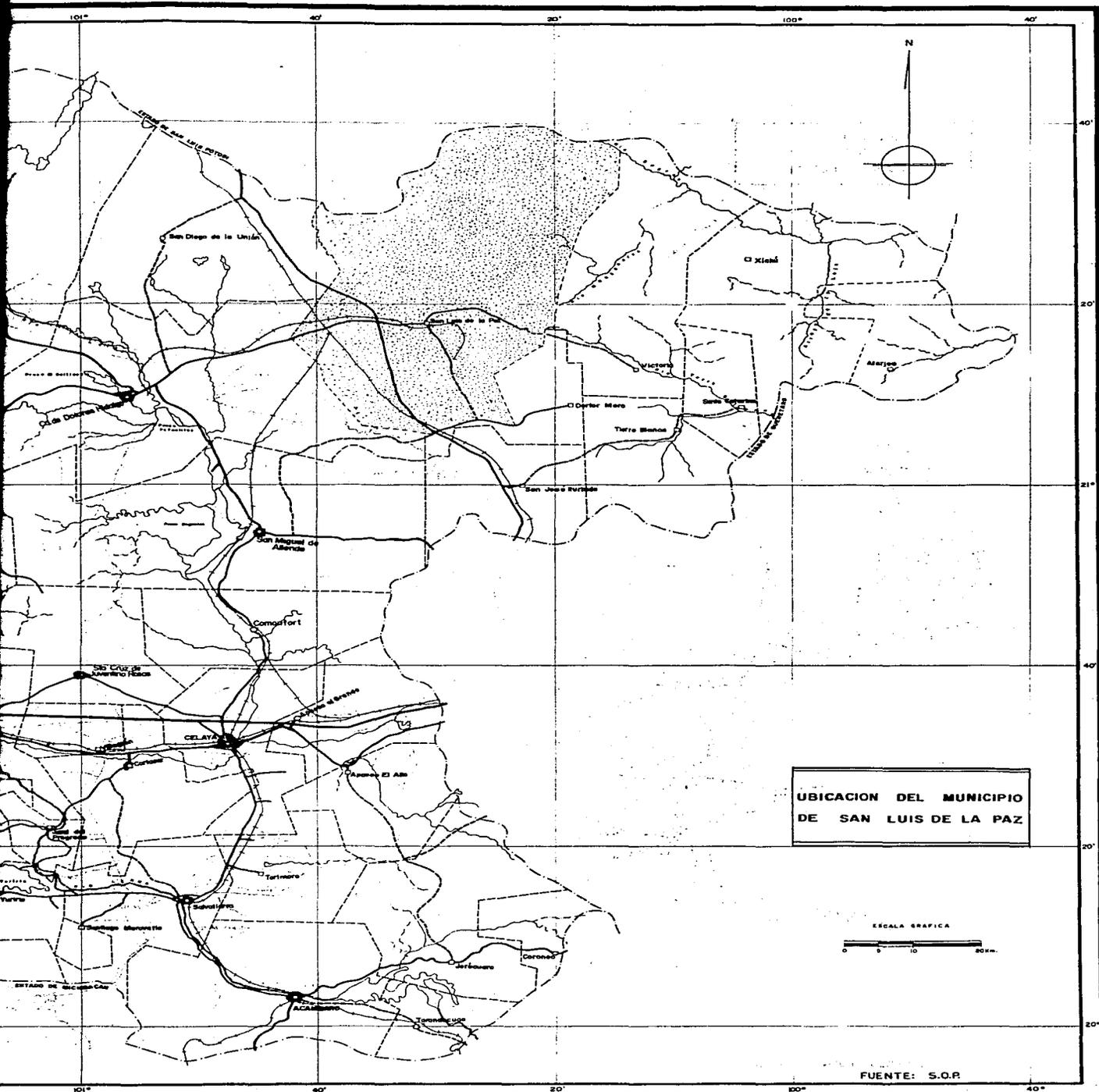
más amplias de lo que un estudio específico requiere .

En cuanto a las conclusiones y proposiciones, se intenta que vayan a la par de los temas, algunas implícitas y otras señaladas, pero con el fin de evitar la tradicional lista - de tales objetivos al final , cuando se ha perdido conexión con los diversos estudios y capítulos de que se compone la tesis .



ESTADO  
DE  
GUANAJUATO

J. CARLOS FUENTES 1976.



## UBICACION.-

El Municipio de San Luis de la Paz, se localiza en la parte Ne del Estado de Guanajuato, con una superficie de 1816.80 Km<sup>2</sup> al norte colinda con el Estado de San Luis Potosí, al Este con los Municipios de Victoria y Dr. Mora; al Sur con los Municipios de San José Iturbide y San Miguel de Allende; y al Oeste con los Municipios de San Diego de la Unión y Dolores Hidalgo.

El Municipio se sitúa entre los 21°06' y 21°40' de la Latitud Norte y los 100°14' y 100°44' de Longitud Oeste.

San Luis de la Paz enfrenta el hecho de ser el polo de desarrollo del NE del Estado, pero a la vez forma parte de una de las zonas más atrasadas de la Entidad. Entre los múltiples problemas que tiene el Municipio está el de su relieve, pues más de la mitad de este es montañoso y abrupto; su valle plano y fértil, carece de corrientes superficiales a pesar de formar parte de la cuenca alta del río de la Laja. La agricultura se ha desarrollado gracias a la perforación de pozos, pero siempre con las limitantes naturales de inversión y técnica que estos requieren.

Numerosas áreas de cultivos dependen de la lluvia para su desarrollo y si se toma en cuenta que la agricultura es la principal rama de actividad del Municipio, se entenderá la importancia de todo estudio agropecuario tendiente a solucionar aunque sea en parte los problemas antes citados.

## INFRAESTRUCTURA

La zona que ocupa el valle de San Luis de la Paz, plana y sin problemas de trazo, es donde se concentran los caminos y vías del F.C. ; una de estas vías va de este a oeste y comunica a la cabecera municipal con Dolores Hidalgo, de esta ciudad, la vía continúa hasta el D.F. (Fig 1).

Esta vía de F.C., tiene un ramal que va de San Luis de la Paz hasta el poblado de Pozos (antes Ciudad Porfirio Díaz) que es un antiguo mineral. A lo largo del valle, orientación NW-Se, atraviesa la vía férrea denominada río Laja, con 58 km. de longitud, el cual entronca con el ferrocarril que va de México a Laredo.

Por desgracia viene sucediendo un fenómeno muy peculiar en el país con respecto a los ferrocarriles; se han venido abandonados numerosos tramos de vías por incosteabilidad y otros factores; y en el Municipio son varios los ramales abandonados.

En lo que se refiere a carreteras pavimentadas, está la federal no. 57, que va de la Ciudad de México a San Luis Potosí y atraviesa todo el valle del Municipio; otra carretera, la federal 110 cruza de E a W, comunicando a San Luis de la Paz; con el centro del Estado.

Otro tramo pavimentado parte de la cabecera municipal hacia el este, antes de llegar a los límites municipales se convierte en terracería, transitable en todo tiempo.

Esta carretera es vital, pues es la única vía de comunicación del NE del Estado de Guanajuato; une a los Municipios de Victoria y Xichú. (figura 4)

En el sur del Municipio existe otra carretera revestida, que va a la ciudad de Pozos y después se continúa a San José Iturbide.

Exceptuando el sur del Municipio, el resto de este se halla prácticamente incomunicado; hacia el norte se encuentra un camino de terracería transitable en todo tiempo de solo 30 Km. (figura 2), el resto de la zona tienen solo brechas que comunican a las distintas localidades entre lomeríos y barrancas, solo en temporada de sequía.

Carreteras pavimentadas-----78 Km.

Caminos de terracería-----148 Km.

Vías de F. C. ----- 74 Km.

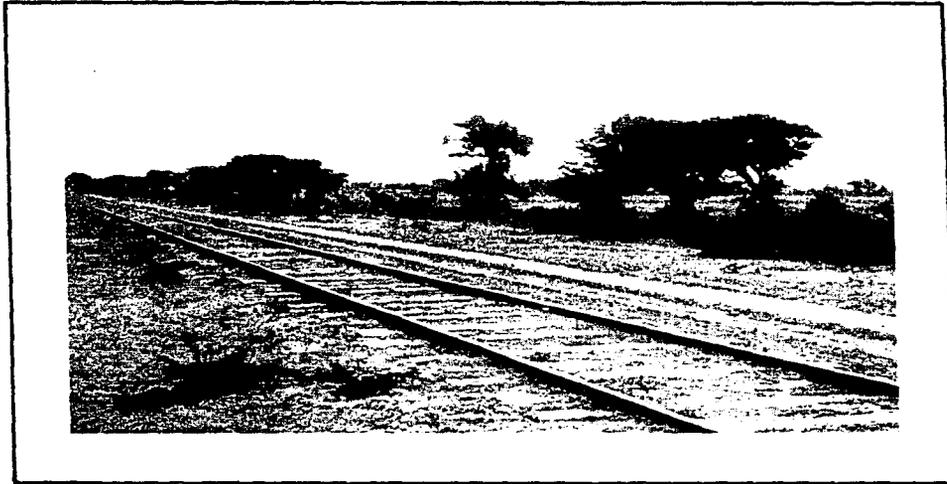


Fig. 1.- Cruzando el valle, esta vía comunica a San Luis de la Paz con Dolores Hidalgo; el F.C. a sido vital para la economía del Municipio.

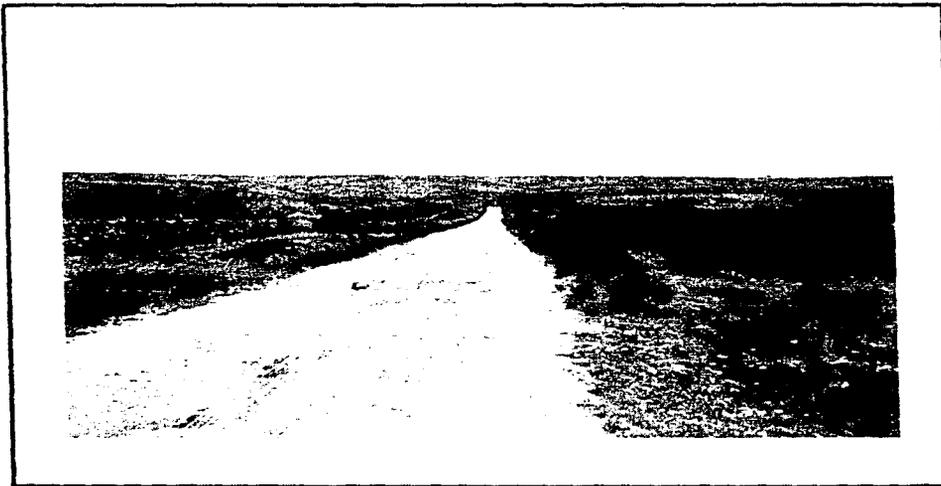
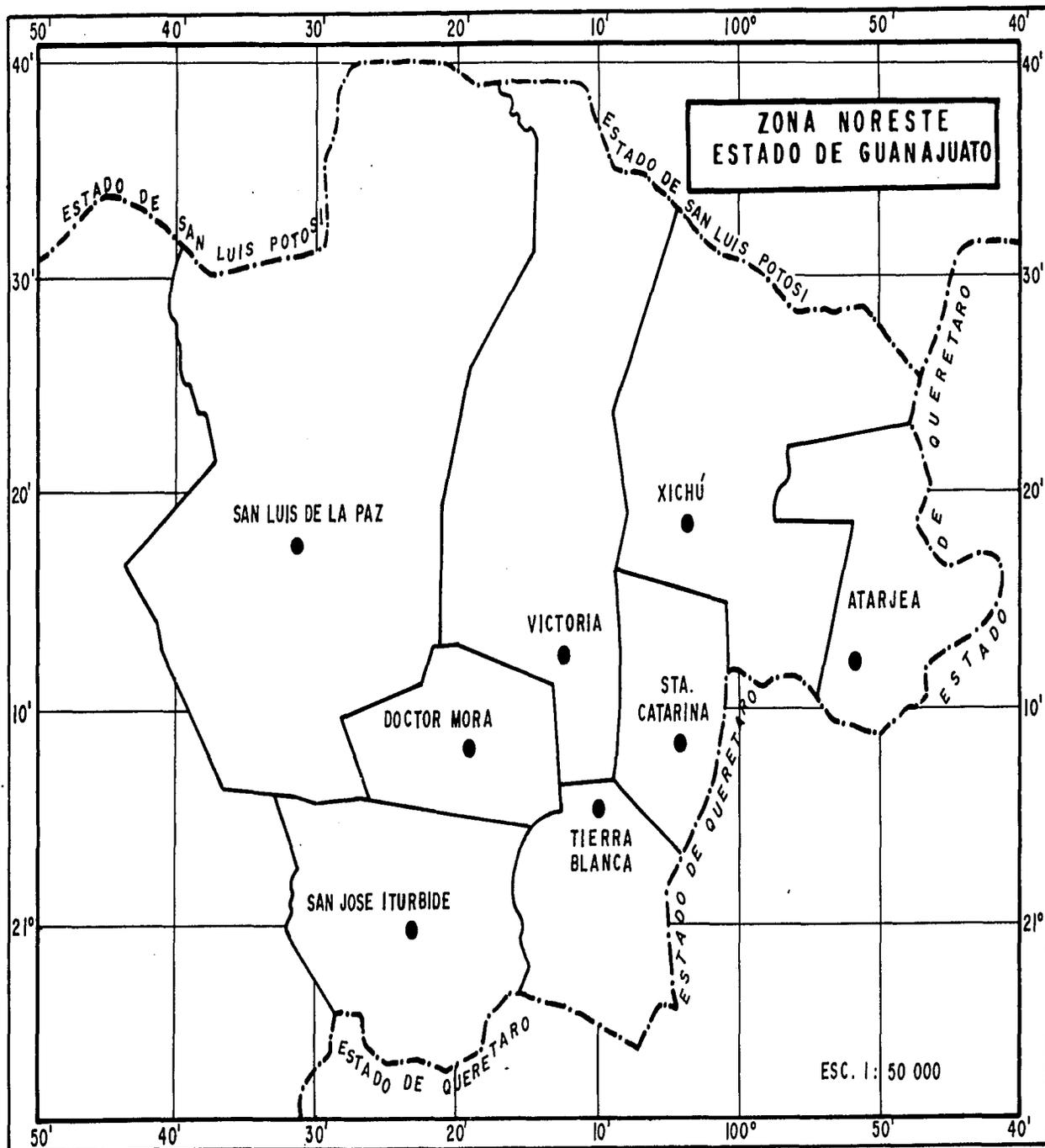


Fig. 2.- Hacia el norte, este camino de terracería es la única vía de comunicación entre la zona de las "mesas" y el resto de la región.



## POBLACION.-

Según el Censo General de población de 1970, el Municipio de San Luis de la Paz contaba con una población total de 35,954 habitantes; constituida por 18,072 hombres y 17,882 mujeres. La población de la cabecera municipal (San Luis de la Paz) fue de 12,654 habitantes. (figura 5).

En el Municipio se encuentran 238 localidades, de las cuales: 2 son ciudades, 3 congregaciones, 2 estaciones de ferrocarril, 3 haciendas, 1 mineral, 225 ranchos y 2-rancherías.

El crecimiento de la población durante los últimos cincuenta años, se ha desarrollado de la manera siguiente:

AÑO	POBLACION TOTAL	HOMBRES	MUJERES	DENSIDAD X Km. <sup>2</sup>
1930	28,584	13,925	14,659	15.73
1940	27,918	13,910	14,008	15.37
1950	29,437	14,630	14,843	16.22
1960	35,010	17,718	17,292	19.27
1970	35,954	18,072	17,882	19.76



Fig. 3.- La infraestructura se ha incrementado, las líneas de energía eléctrica han sido llevadas al norte del Municipio, junto con los caminos de terracería.



Fig. 4.- Esta es la carretera que une al NE de Guajuato con el resto del Estado; último tramo pavimentado a la altura de Cañada de Moreno, en el Este del Mpio.

La tendencia de aumento de la población del Municipio se ha mantenido constante. La población está formada en su mayor parte por personas jóvenes, aunque a partir de los 25 años disminuye; esto se explica considerando que las actividades agrícolas son incapaces de absorber la totalidad de la fuerza de trabajo, lo que provoca una emigración constante hacia otros lugares.

Los menores de 15 años constituye el 47.72% del total de la población, esto demuestra que la presión sobre los recursos y la necesidad de trabajo aumentará cada día en forma alarmante.

#### POBLACION RURAL Y URBANA.-

El criterio para clasificar estos tipos de población se tomó de los censos. En 1970 la población urbana fue de 12,654 personas, y la rural de : 23,300. La evolución de ambos tipos de población se observan en el cuadro siguiente:

AÑO	POBLACION TOTAL	POBLACION URBANA	POBLACION RURAL
1930	28,584	6,490	22,094
1940	27,918	4,821	23,097
1950	29,473	7,217	22,256
1960	35,010	8,361	26,649
1970	35,954	12,654	23,300

Se aprecia el lento desarrollo de la población urbana, de hecho la cabecera municipal es la que concentra el total de este tipo de población; esto se debe a que las principales ramas de actividad en el Municipio son las agropecuarias.

En 1960 la población total fue de 35,010, que comparada con la de 1970 que fue de 35,954, representó un incremento de 3.0% tasa inferior a la media nacional que evidenció la emigración hacia los polos de desarrollo.

#### POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.-

La población económicamente activa del Municipio ha aumentado lentamente, mientras que la inactiva representa la mayor parte de la población total como se demuestra el cuadro siguiente:

AÑO	POBLACION TOTAL	ACTIVA	%	INICIATIVA	%
1930	28,584	9,017	31.55	19,567	68.45
1940	27,918	9,093	32.57	18,825	67.43
1950	29,473	9,355	31.74	20,118	68.26
1960	35,010	11,033	31.51	23,977	68.49
1970	35,954	13,441	38.06	22,513	61.94

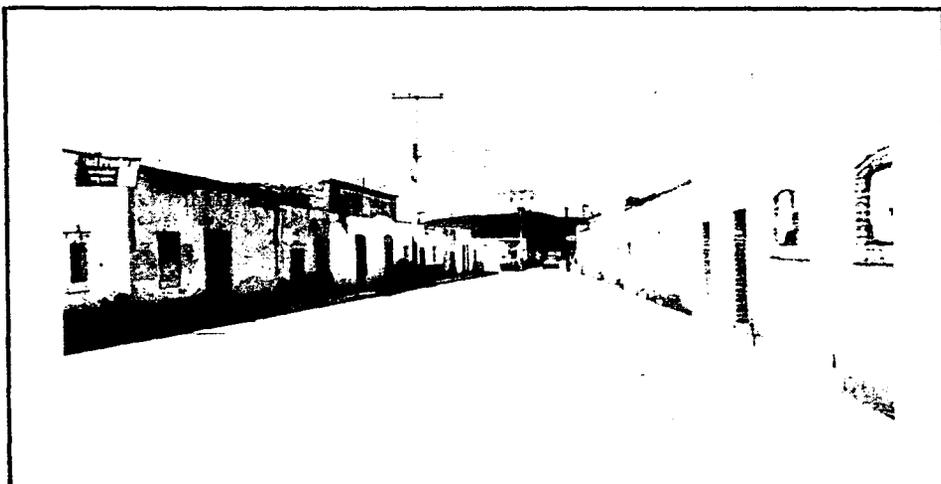


Fig. 5.- San Luis de la Paz, la cabecera municipal - que es dentro del NE del Estado el polo de desarrollo más activo, concentra el total de la población urbana del Municipio.

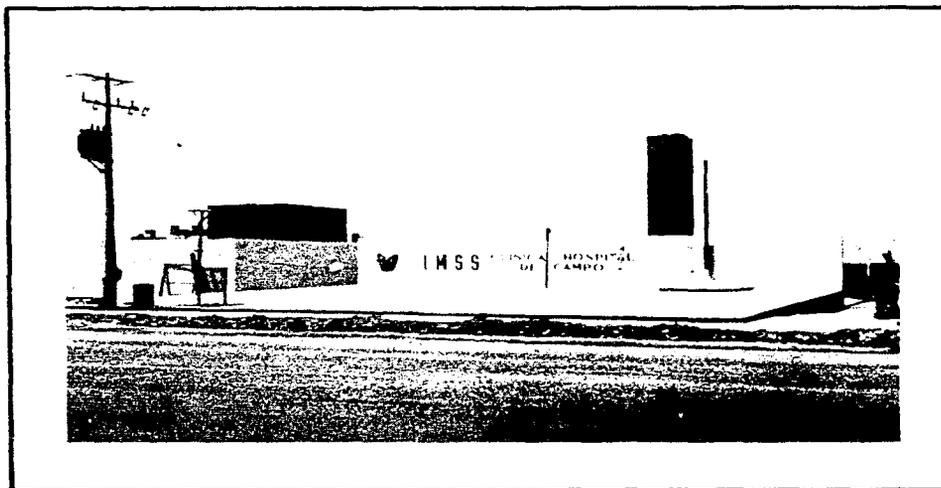


Fig. 6.- Dinámica y cambiante, la fisonomía de la ciudad, muestra los adelantos más recientes: una clínica - hospital, y funciona ya una escuela de capacitación agropecuaria.

La división por ramas de actividad, en porcentaje fue la siguiente: en el sector agropecuario, el 58.58 %; el sector servicios contaba con el 19.65 %; el industrial contabilizó el 12.94 %; por último el grupo de actividades insuficientemente especificadas tuvo el 8.83 %.

#### EDUCACION.-

El cuadro siguiente presente el programa educativo:

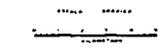
AÑO	POBLACION DE + DE 6 AÑOS	ALFABETOS	%	ANALFABETOS	%
1960	28.017	9,877	35.25	18,140	64.75
1970	23,740	11,479	48.36	12,261	51.64

**POBLACION  
MUNICIPIO DE SAN LUIS DE LA PAZ, GTO.**



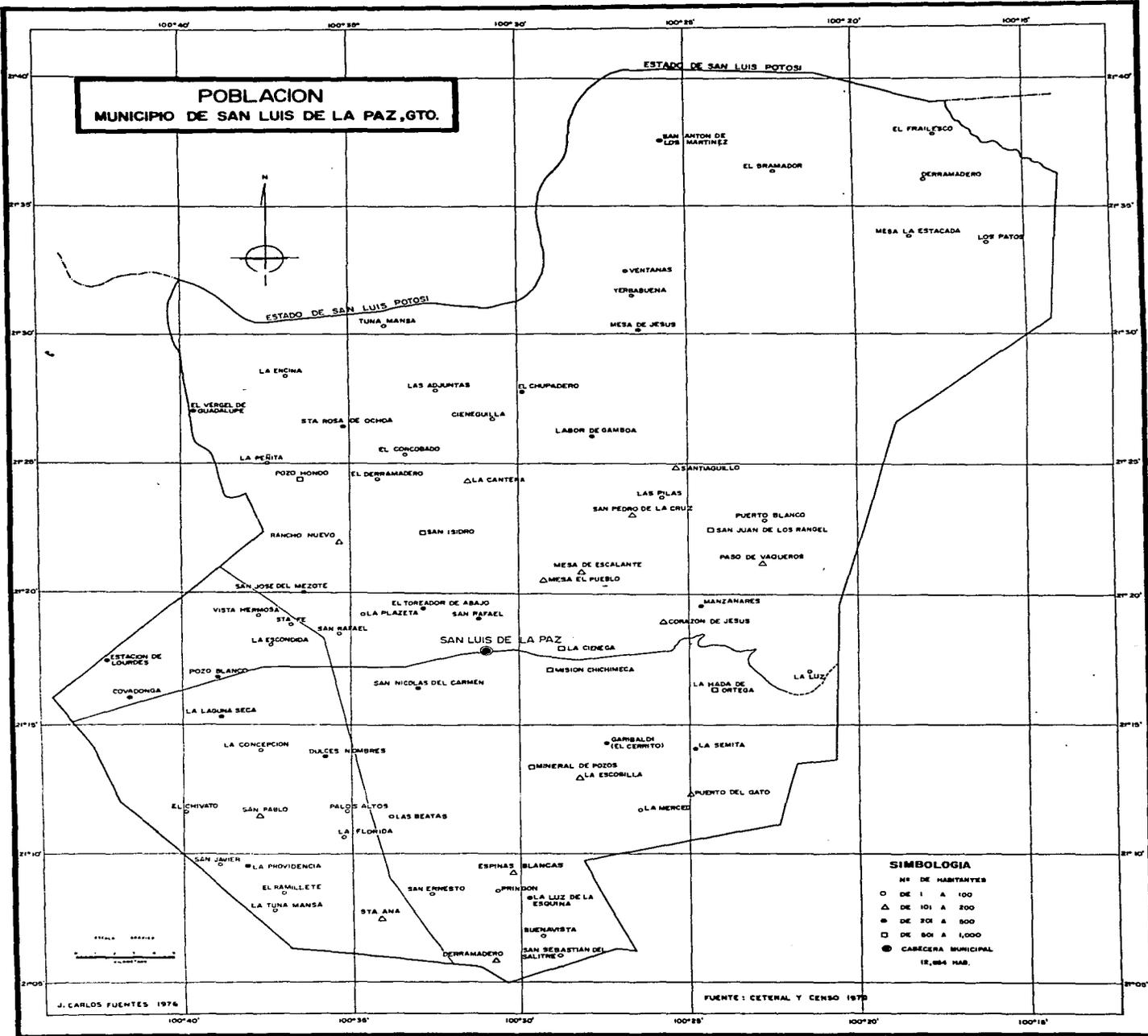
**SIMBOLOGIA**

○	Nº DE HABITANTES
○	DE 1 A 100
△	DE 101 A 200
●	DE 201 A 500
◐	DE 501 A 1,000
●	CABECERA MUNICIPAL
IR	IR, 854 HAB.



J. CARLOS FUENTES 1976

FUENTE: CETERAL Y CENSO 1975



TENENCIA DE LA TIERRA.

El Municipio de San Luis de la Paz no tiene problemas por la propiedad, ha pesar de que la gran mayoría de su superficie pertenece a la propiedad privada. Solamente están registra dos 9 ejidos, por 1155 unidades de propiedad privada, los cua-dros siguientes muestran el estado actual de la tenencia:

NUMERO Y SUPERFICIE DE TIERRAS DE LABOR EJIDALES  
Y NUMERO DE EJIDATARIOS.

EJIDO	Sup. total	De labor	No de ejida-tarios.
JOFRE	2,098	84	29
MANZANARES	3,685	79	20
MESA DE ESCALANTE	300	58	28
MISION CHICHIMECAS	3,688	912	160
POZO HONDO	1,823	214	35
SAN ISIDRO	2,218	101	25
SAN LUIS DE LA PAZ	789	88	20
STA. ANA Y LOBOS	616	67	22
EL VARAL	2,150	315	55
TOTAL MUNICIPIO	17,727	1,918	394

FUENTE: Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal. 1970

NUMERO Y SUPERFICIE DE LAS UNIDADES DE PRODUCCION POR GRUPOS DE SUPERFICIE TOTAL.

	No de unidades.	Superficie	Sin tierra.	Hasta 1.0 ha.		De 1.1 a 5.0	
				número	Sup.	número	Sup.
SAN LUIS DE LA PAZ	1164	119,965.4 H.	27	13	11.4	153	537.1 ha.
Unid. de Prod. Priv.	1115	102,236.5	27	13	11.4	153	537.1
Ejidos	9	17,728.9	-----	-----	-----	----	-----

NUMERO Y SUPERFICIE DE LAS UNIDADES DE PRODUCCION POR GRUPOS DE SUPERFICIE DE LABOR.

	No de unidades.	Superficie	Hasta 1.0 ha.		De 1.1 a 5.0 ha.		De 5.1 a 10.0 ha.	
			Núm.	Sup.	Núm.	Sup.	Núm.	Sup.
SAN LUIS DE LA PAZ	982	22,490.9	89	78.7	312	979.2	238	1,761.0
Unid. de Prod. Priv.	973	20,539.9	89	78.7	312	979.2	238	1,761.0
Ejidos	9	1,951.0	----	----	---	---	----	-----

	De 10.1 a 25.0 has.	
	Núm.	Sup.
SAN LUIS DE LA PAZ	151	2,376.8
Unid. de Prod. Priv.	151	2,376.8
Ejidos	-----	-----

FUENTE: Dirección General de Servicio  
Electrónicos. S.R.A.

CLASIFICACION Y TENENCIA DE LA TIERRA EJIDAL EN EL MUNICIPIO SAN LUIS DE LA PAZ, GTO. (1970)

EJIDOS	CLASIFICACION EN HECTAREAS									SUPERFICIE PROMEDIO POR EJIDATARIO.
	RIEGO	TEMPORAL.	TOTAL	AGOSTADERO.	MONTE	INDEFINIDO.	TOTAL	%	EJIDATARIOS.	
Sta. ANA y LOBOS		416	416	200			616	3.76	22	28.0
SAN ISIDRO					2218.80		2218.80	13.56	25	88.7
JOFRE						2098.60	2098.60	12.82	29	74.4
SAN LUIS DE LA PAZ		345.46	345.46	137.20	306.40		789.06	4.82	20	39.5
MANZANARES		304	304	364			668	4.08	20	33.4
MESA DE ESCALANTE		300	300				300	1.83	28	10.7
MISION CHICHIMECAS	262.38	2177.32	2439.70	1245.61			3685.31	22.52	160	21.4
POZO HONDO		904	904	1156.63			2060.63	12.59	35	58.8
EL VARAL		1182.40	1182.40	1327.60			2510	15.34	55	45.6
TOTAL (9)	262.38	5629.18	5891.56	5852.04	2525.20	2098.60	16367.40		394	

FUENTE: Dirección General de Servicios Electrónicos, S.R.A.

## GEOLOGIA Y RELIEVE

El Municipio de San Luis de la Paz presenta los dos extremos del relieve: - un valle plano y extenso (pendiente máxima del 2% ), que ocupa menos de la mitad de la superficie, y la zona montañosa, que abarca casi las tres cuartas partes del Municipio.

El área de estudio se localiza dentro del Altiplano mexicano, está constituida por planicies intermontanas cuya elevación media es del orden de los 2000 m. sobre el nivel del mar, con elevaciones de diversa altitud.

El valle es completamente plano, con algunas elevaciones de poca altura y - reducida extensión; limita al valle la cota de los 2000 m. (figura 7), Se encuentra rodeado de montañas y lomeríos formados principalmente por la Sierra de Pozos .

Las elevaciones montañosas constituyen en su mayor parte aparatos volcánicos y derrames lávicos, andesíticos, riolíticos y basálticos, originados por emisiones de fisuras o fracturas; las cuales dieron origen a sierras alargadas y a mesetas en la parte superior de estas. (figura 8).

Las partes planas y bajas están formadas por rellenos aluviales, conglomerados y tobas. Las diferentes rocas al desintegrarse han formado los suelos in situ en la continuación de las estribaciones de las montañas, viniendo a formar parte de los suelos - que se encuentran en el valle.

Estos suelos se consideran de origen aluvial, y han sido transportados por las aguas, depositándose en la cuenca formada por las montañas que circundan el valle, por lo cual, debido a la desintegración de las variadas rocas, hállanse depósitos de origen calcáreo y haciendo que por iluviación se encuentren en los horizontes B y C concreciones calcáreas muy marcadas, en forma de láminas y manchas aisladas de coloración blanca y amarillenta.

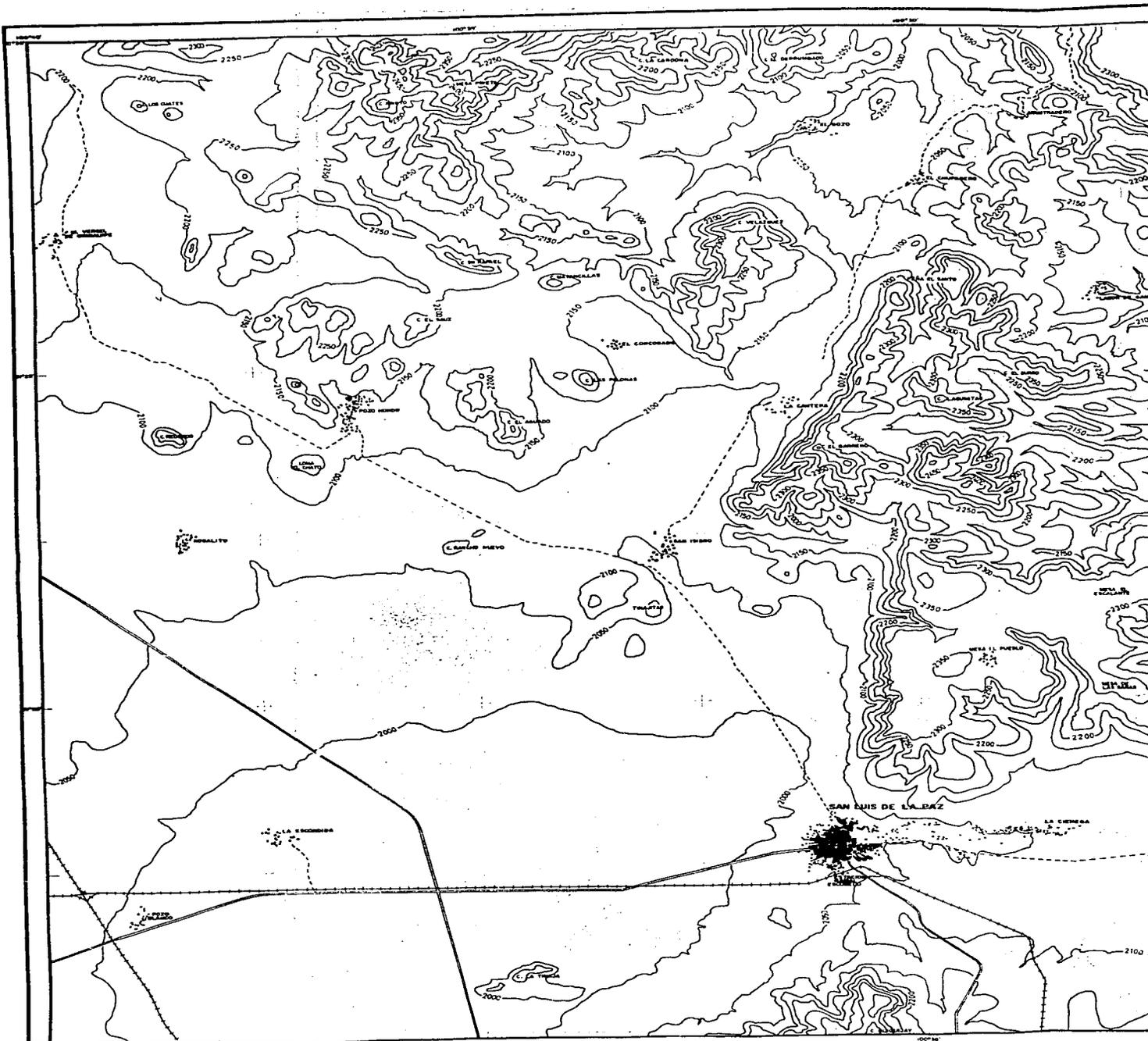
Más del 50% de las rocas de la zona de estudio, son de origen ígneo; predominado las intrusivas ácidas (sobre todo en el norte), que rodean zonas de riolitas y algunas de basaltos; también se localizan áreas de tobas diseminadas por el centro del Municipio.

Al norte y este de la ciudad de San Luis de la Paz, se encuentran sierras formadas por diferentes emisiones de rocas volcánicas de composición riolítica, andesítica y basáltica.

El basalto se encuentra masivo, poco fracturado y oxidado y la andesita es de color gris y alterada, considerándose ambas rocas impermeables.

En los alrededores de estas formaciones, se encuentran unos depósitos de pie de monte, permeables que se pueden considerar como parte del área de alimentación del valle de Laguna Seca.

En estas formaciones ígneas, se localizan los puntos más altos (2 500 m.) al norte de la cabecera municipal; el promedio de las elevaciones en general es de 2250 m.



**CARTA TOPOGRAFICA, SAN LUIS DE LA PAZ, GUANAJUATO**



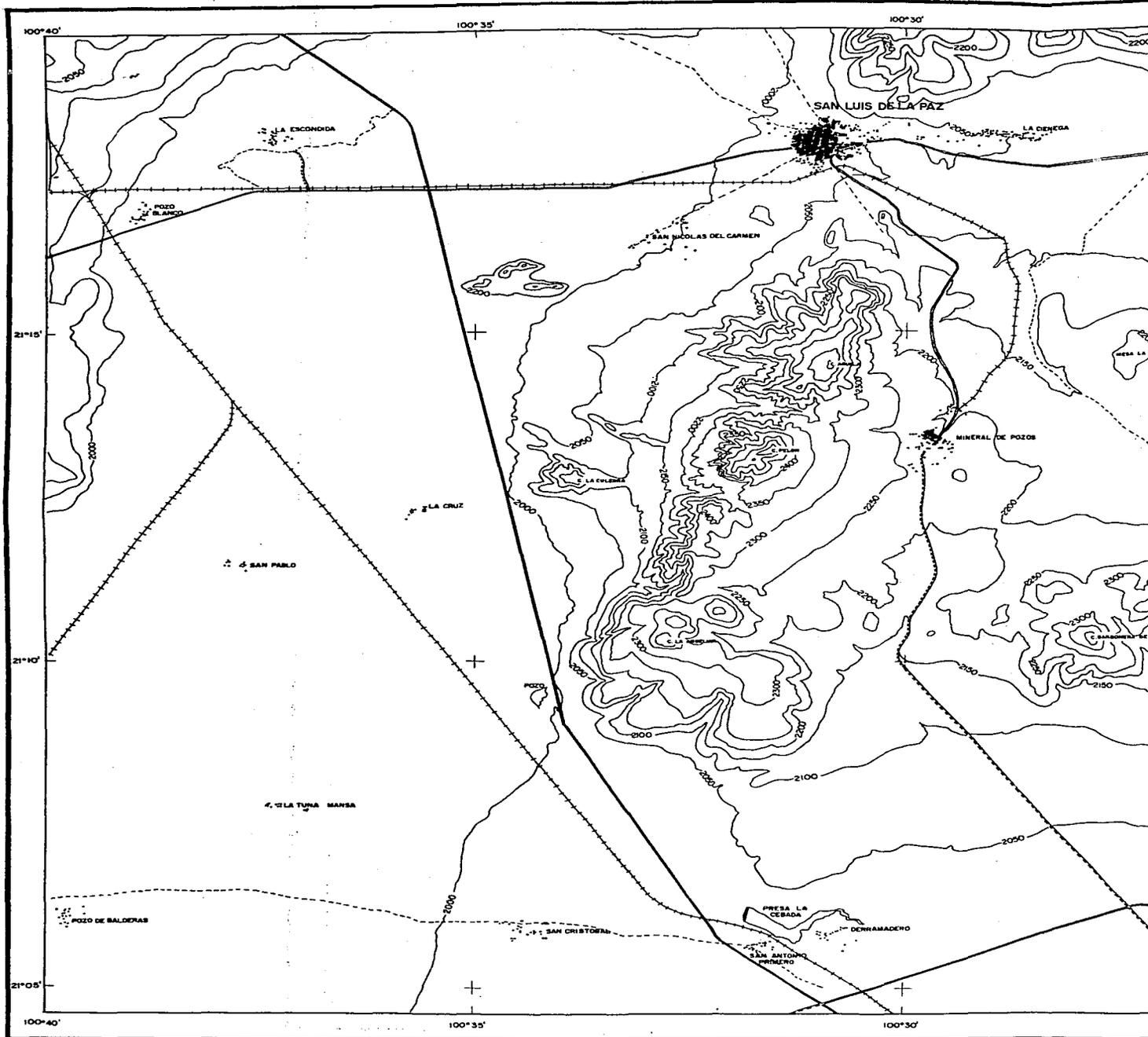
JANAJUA TO

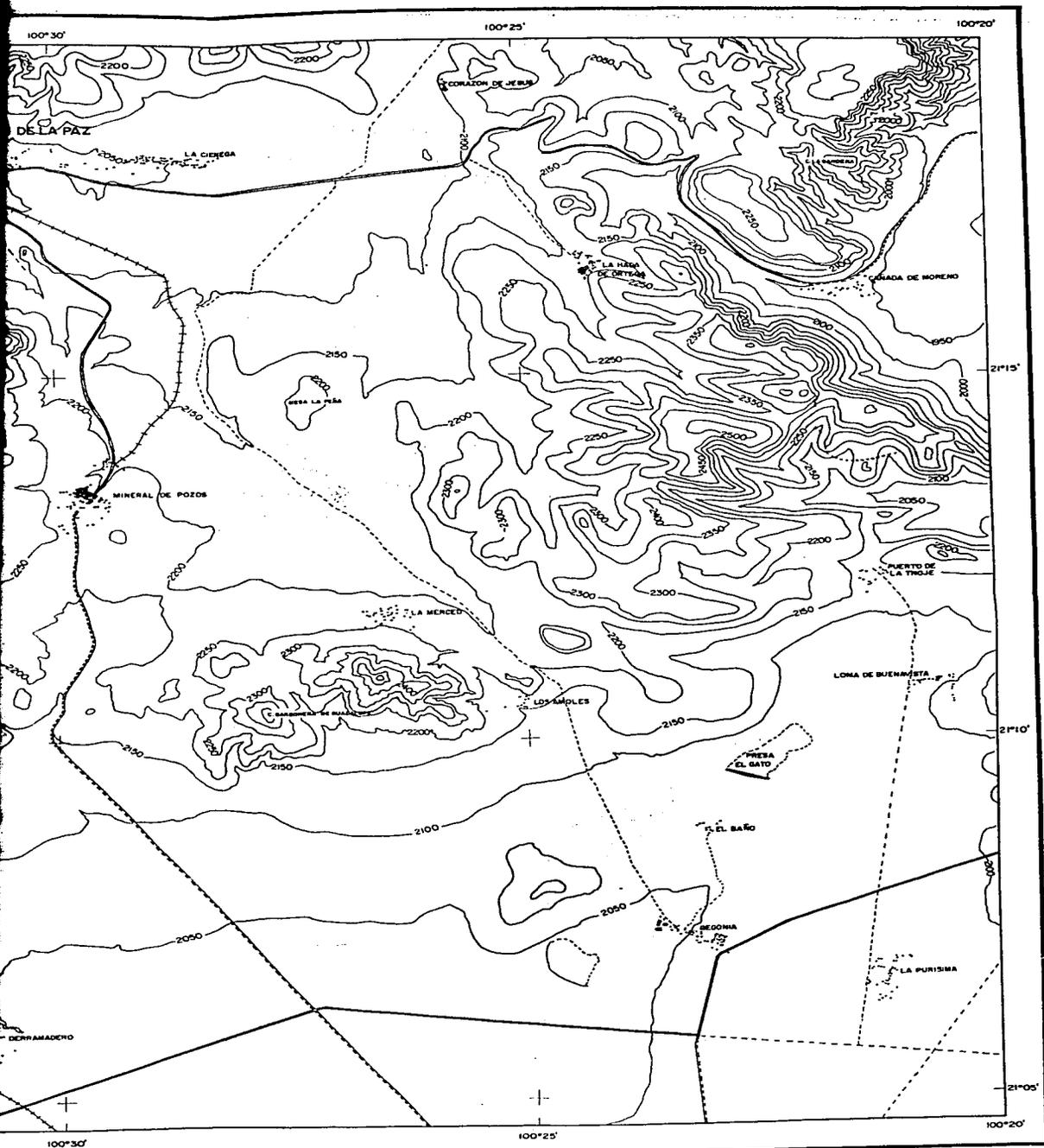
J. CARLOS FUENTES 1976

Km 0 1 2 3 4 5 Km

ESCALA GRAFICA

FUENTE CETENAL  
CARTA TOPOGRAFICA F-14-C-35





Las rocas metamórficas solo se localizan en el NE del Municipio, en la zona más abrupta; es un área formada principalmente por Esquistos.

Al sur de San Luis de la Paz se encuentra la Sierra de Pozos, formada por riolitas, y pocos más al sur por rocas sedimentarias marinas: calizas, areniscas y lutitas. Las calizas se encuentran en estratos de 5 a 30 cm. de espesor, mineralizadas con muchas vetas y vetillas de cuarzo y cubiertas por una capa de toba y caliche; las areniscas afloran en estratos hasta de 30 cm., y las lutitas son laminares, ambas calcáreas y algo dolomitizadas, muy plegadas y afalladas. Estas rocas tienen una permeabilidad baja, debido a las fuertes movimientos tectónicos que sufrieron así como por su mineralización.

Las formaciones más altas dividen al Municipio por la mitad con dirección NW-SE, quedando del lado oeste el valle y al NE, un área muy abrupta cuyas alturas fluctúan entre 1750 y 2300 m.

Las montañas que estructuran el valle, forman también la línea divisoria de las aguas, que limitan la parte oriental de la Cuenca Alta del río de la Laja; o sea que todo el valle de San Luis de la Paz forma parte de la cuenca de captación del río mencionado, siendo esta condición lo que favorece que existan las condiciones geohidrológicas que permiten el riego al valle por medio de pozos.

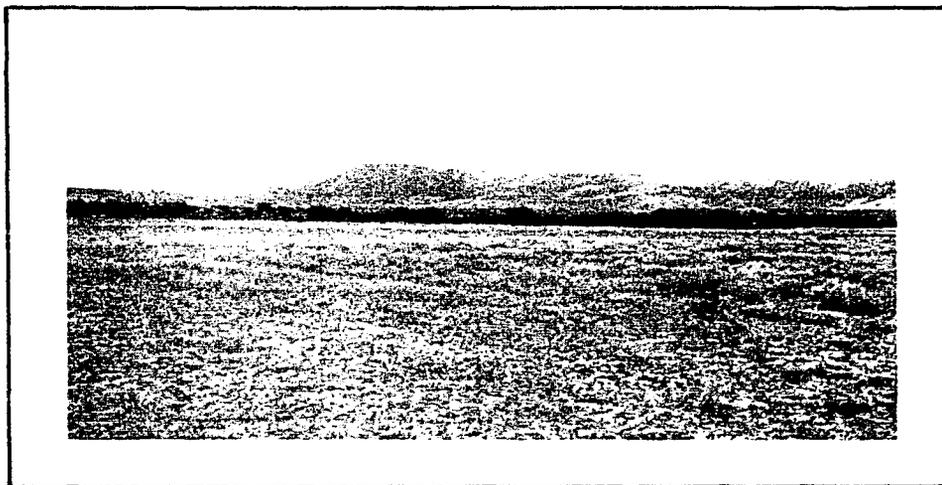


Fig. 7.- El valle de San Luis de la Paz es plano y extenso, delimitado por sierras y elevaciones de distinta altura; la altitud promedio del valle sobre el nivel del mar es de 2000 m.

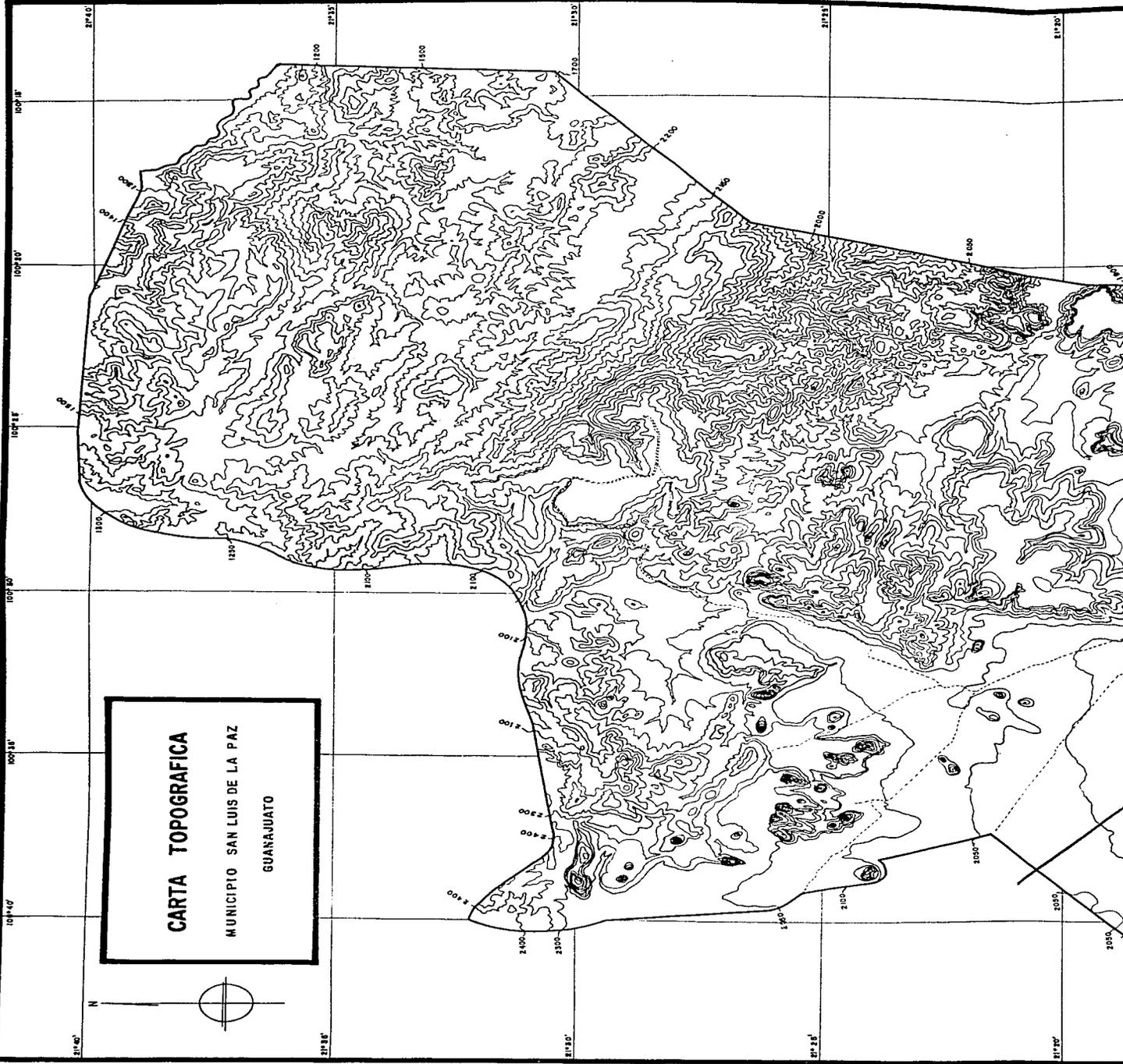
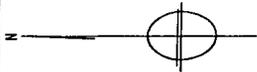


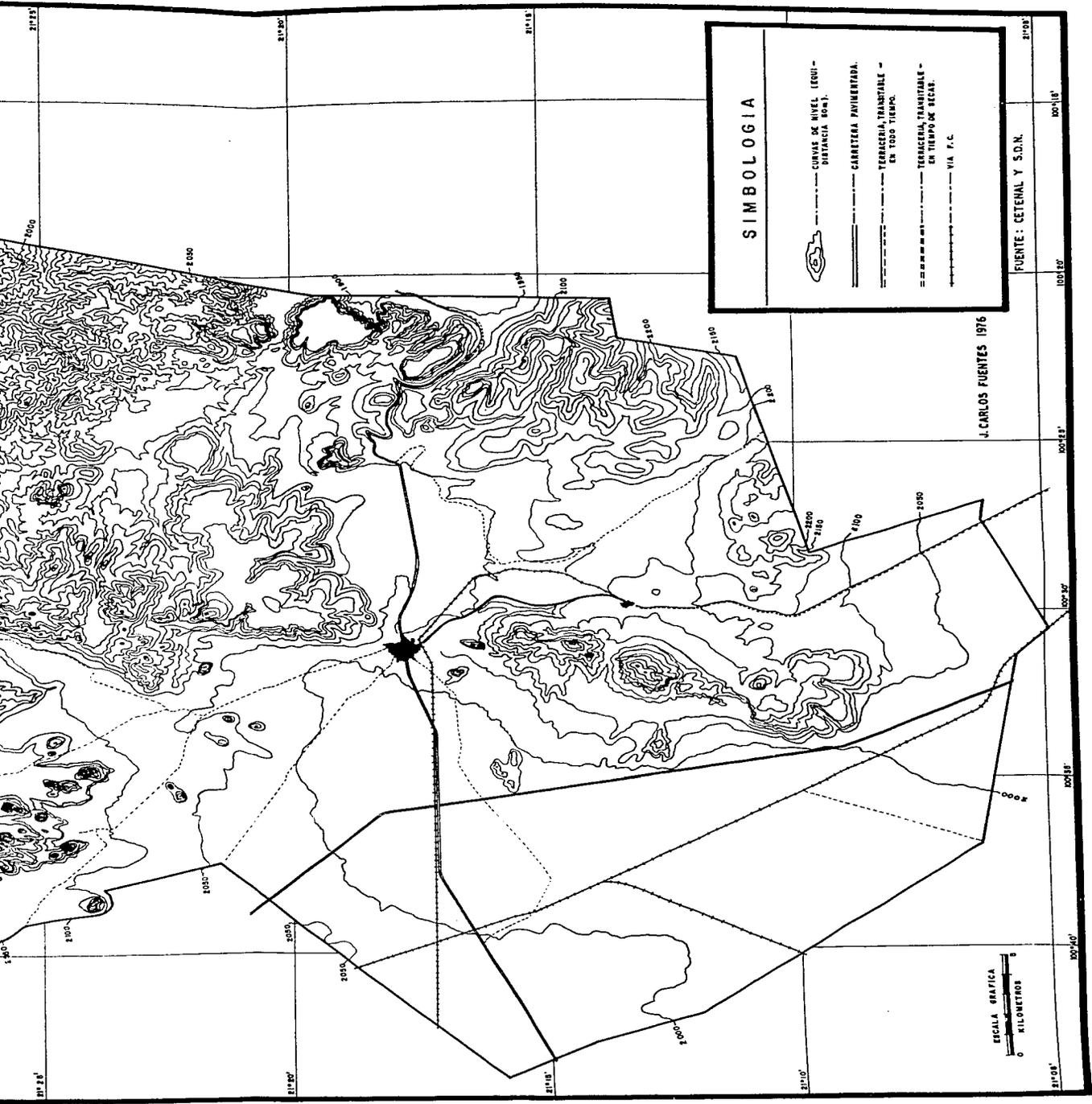
Fig. 8.- El norte del Municipio es montañoso y abrupto; estas elevaciones son en su mayoría, de origen volcánico.

**CARTA TOPOGRAFICA**

**MUNICIPIO SAN LUIS DE LA PAZ**

**GUANAJUATO**





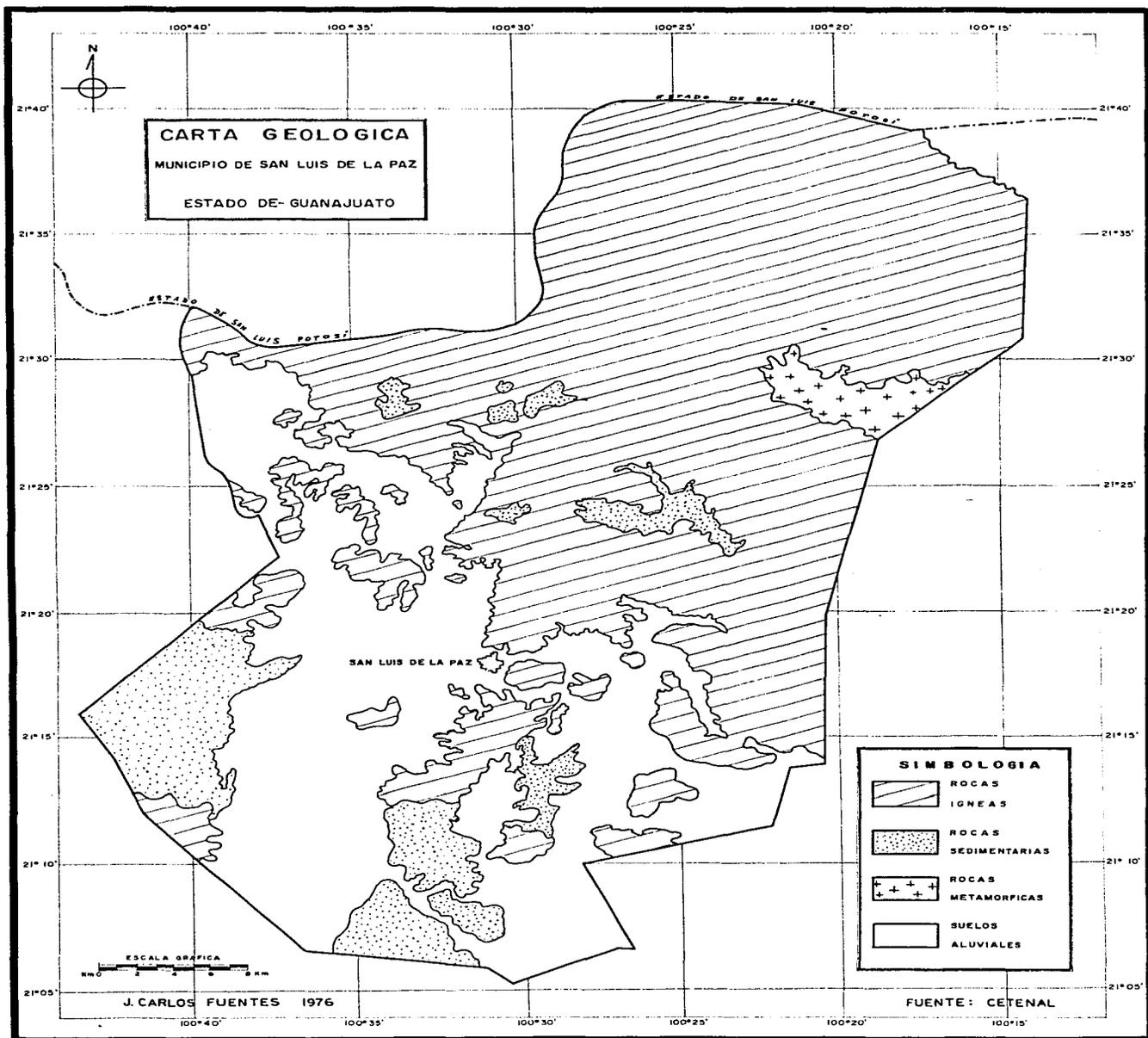
**SIMBOLÓGIA**

- CURVAS DE NIVEL (EQUIDISTANCIA BOM).
- CARRETERA PAVIMENTADA.
- TERREGERIA TRANSPORTABLE EN TODO TIEMPO.
- TERREGERIA TRANSPORTABLE EN TIEMPO DE SECAS.
- VIA. P.C.

J. CARLOS FUENTES 1976

FUENTE: CETENAL Y S.D.N.

ESCALA GRAFICA  
0  
KILOMETROS



## CLIMA

En el Municipio solo 3 estaciones meteorológicas se encuentran en servicio, - y su objetivo es el de registrar los datos necesarios para fines agrícolas en el valle de San Luis de la Paz. Estas estaciones son las siguientes:

Estación San Luis de la Paz, a 1933 m. de altura.

Estación de Pozos, a 2200 m. de altura.

Estación de Lourdes, a 1950 m. de altura.

La información de las estaciones se obtuvo del Servicio Meteorológico Mexicano. Se hace notar que es imposible que 3 estaciones puedan servir a todo el Municipio; según normas internacionales, debe existir una instalación término-pluviométrica cada 250 km. como máximo; aquí son 3 para 1816 km<sup>2</sup>. Al no existir mas estaciones dentro del Municipio se utilizaron los datos de otras que se localizan en los Municipios adyacentes y en el vecino Estado de San Luis Potosí.

## TEMPERATURA

Las temperaturas medias mensuales más elevadas se presentan en el mes de mayo, que corresponden al primer paso del sol por el cenit, en su camino al Trópico de Cáncer. Al segundo paso, en su regreso el Ecuador, no se registra aumento de temperatura, por haberse iniciado la época de lluvias, las cuales la abaten.

La temperatura del mes más frío se presenta sin excepción en el mes de enero. La distribución de la temperatura media anual se observa en la carta correspondiente.

### PRECIPITACION

La mayor cantidad de precipitación pluvial cae durante el verano y el otoño, por eso se estima que se produce por la acción de los vientos alisios combinados con los fenómenos de convección local (en verano), y la influencia de los ciclones tropicales (en otoño).

Se registran lluvias en invierno cuando invaden al país masas de aire polar - provenientes del norte de E.U. y Canadá.

La precipitación media anual se muestra en la carta de isoyetas, para cuya elaboración se tomaran en cuenta datos de 10 años.

La variedad de las precipitaciones muestra altas fluctuaciones, lo que indica años seguidos de escasas lluvias este fenómeno afecta seriamente las actividades agrícolas, ya que gran parte de las tierras de labranza, son de temporal.

### HELADAS

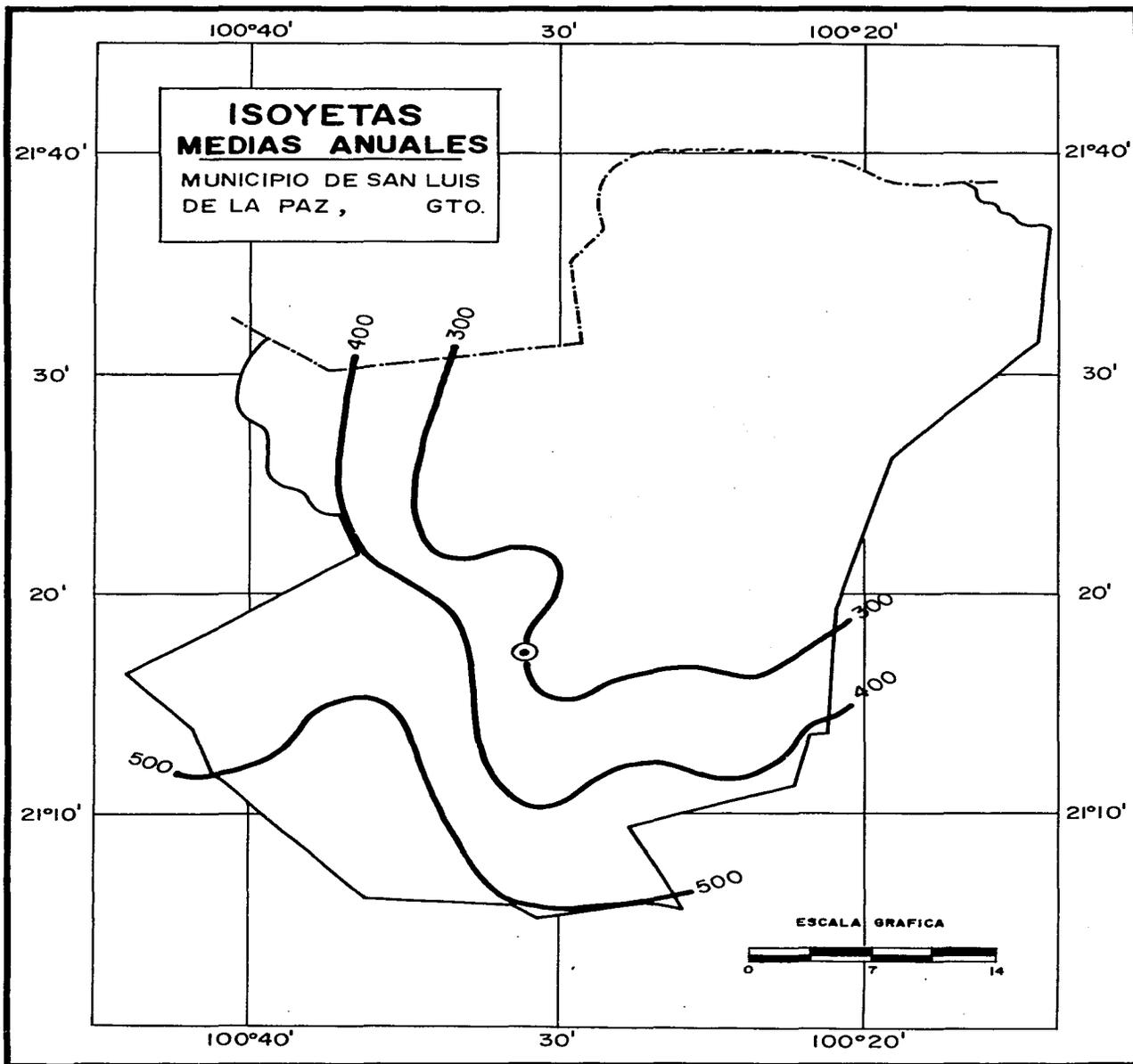
La temperatura desciende a medida que aumenta la altura; sin embargo, el enfriamiento que producen las heladas se verifica en las partes bajas por el asentamiento del aire frío de las montañas que en las noches desciende a dichas partes.

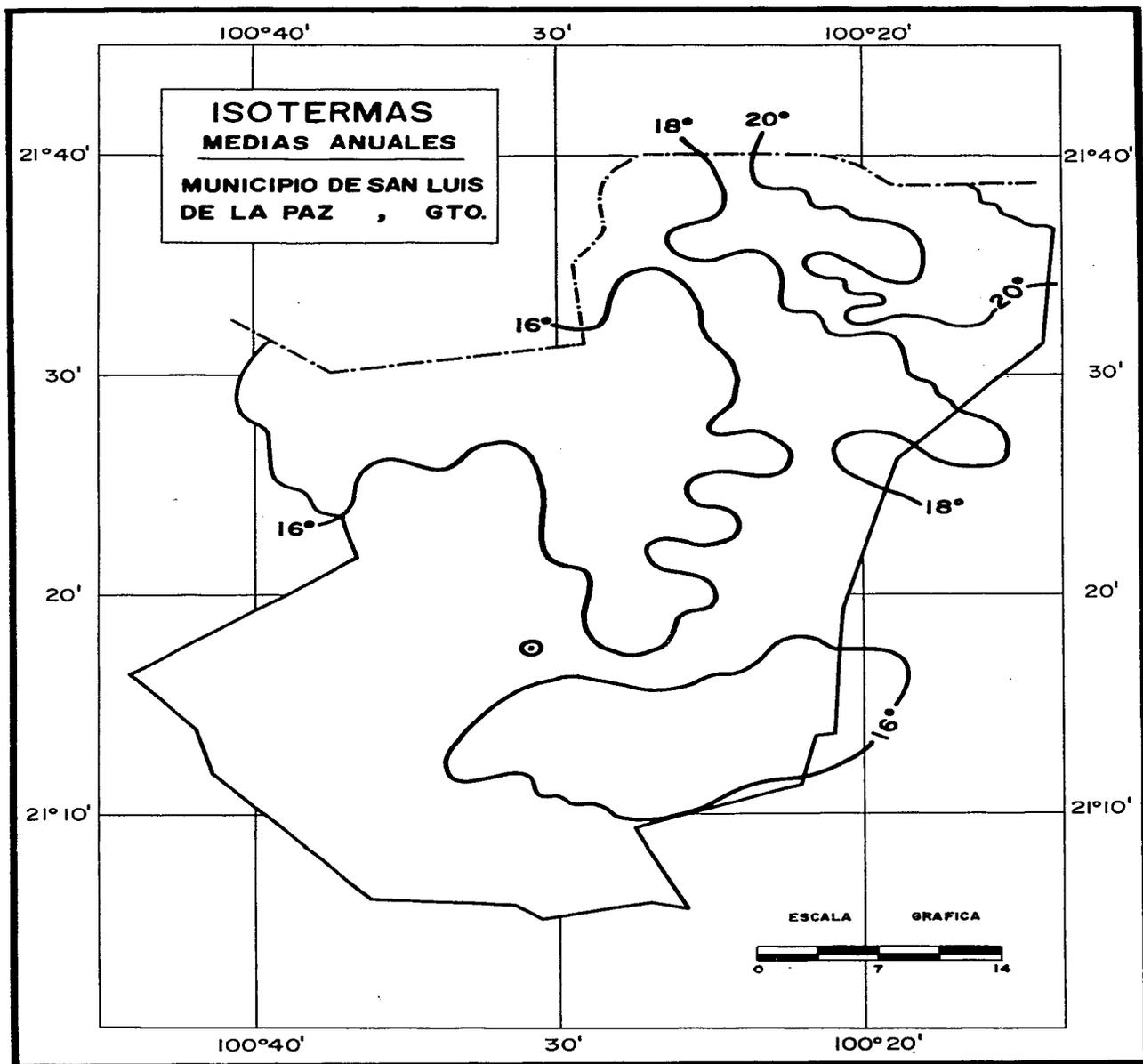
La mayor frecuencia en cuanto al número de días con helada, corresponde precisamente al valle de San Luis de la Paz, debido principalmente a que es una área donde limitan el valle y las estribaciones de las elevaciones.

Las heladas se registran en los meses de enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre, aunque también se llegan a registrar en forma esporádica en los meses de abril y septiembre.

La estación del Municipio que registra un mayor promedio de días con heladas es Lourdes:

MES	PROMEDIO DE DIAS CON HELADA.
ENERO	14
FEBRERO	11
MARZO	3.5
ABRIL	0.92
SEPTIEMBRE	0.07
OCTUBRE	1.5
NOVIEMBRE	7.5
DICIEMBRE	11.2





ESTACION LOURDES

Mes más cálido: mayo, con 21.1° C.

Mes más frío: enero, con 12.1° C.

Oscilación térmica: 8° C.

Coeficiente P/T = 26.57

% de precipitación invernal = 8.6

Tipo: C templado.

Por su régimen térmico, b de verano fresco largo, la temperatura media del mes más caliente inferior a 22° C.

Por su oscilación térmica. (e) entre 7.1. y 14° C.

Régimen de lluvias de verano, con escaso porcentaje de lluvia invernal, (w) w.

Por su régimen de lluvia (wo) el más seco de los templados subhúmedos.

-Marcha anual de la temperatura tipo Ganges; g máximo de claves aceptado:

C (wo) w b (e) g

DEFINICION.- Clima templado subhúmedo, el más seco de los Cw con régimen de lluvias de verano y escaso porcentaje de lluvia invernal (entre 5 y 10.2); el régimen térmico es de verano fresco y largo; la temperatura media, del mes más caliente está entre 6.5 y 22° C.; la oscilación térmica es extremosa, en tipo Ganges, presentándose la temperatura más alta antes del solsticio de verano.

ESTACION SAN LUIS DE LA PAZ

Mes más cálido: mayo, con 18.9° C.

Mes más frío: diciembre, con 12° C.

Oscilación térmica: 6.9° C.

Coefficiente P/T= 17.13

% de precipitación invernal = 7.1

Tipo Bs, seco estepario.

Subtipo So. el más seco de los climas semisecos.

Por su régimen: k, templado con verano cálido cuya temperatura media anual está entre 12 y 18° C.

Por su oscilación térmica (1'), con poca oscilación entre: 5 y 7° C.

Régimen de lluvias de verano: w, el porcentaje de lluvia invernal está entre 5 y 10.2% de la total anual.

-Marcha anual de la temperatura tipo Ganges: g

máximo de claves aceptado: BSo kw (1') g

DEFINICION.- Clima semiseco, el más seco de los BS; templado con verano cálido, - con temperatura media anual entre 12 y 18° C el régimen de lluvias se presenta en verano; la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es entre 5.1 y 7° C. y la marcha anual de la temperatura es tipo Ganges, presentándose la temperatura más alta antes del solsticio de verano.

ESTACION POZOS

Mes más cálido : mayo, con 20.7° C.

Mes más frío enero, con 13° C.

Oscilación térmica : 7.7° C.

Coefficiente P/T= 31.16

% de precipitación invernal = 7.08

tipo : BS, seco estepario.

Subtipo : S<sub>1</sub>, el más húmedo de los semisecos.

Por su régimen térmico: k, templado con verano cálido cuya temperatura media anual - está entre 12 y 18° C.

Por su oscilación térmica; (e) extremo, mayor de 7° C.

Régimen de lluvias de verano: w

-Marcha anual de la temperatura tipo Ganges : g

máximo de claves aceptado: BS<sub>1</sub>k w (e) g

DEFINICION.- Clima semiseco; el menos seco de los BS; templado con verano cálido, con temperatura media anual entre 12 y 18° C.; régimen de lluvias es en varios; la - marcha anual de la temperatura es tipo Ganges, presentándose la temperatura más alta - antes del solsticio de verano.

## HIDROLOGIA

Para planificar y fincar la prosperidad de una región, es indispensable tener un conocimiento adecuado de los recursos hidráulicos disponibles, tanto superficiales como subterráneos, a fin de programar su manejo y uso, integrándolo como una sola unidad, teniendo en cuenta la estrecha relación que guardan entre sí, y obtener el mayor provecho del conjunto para satisfacer las demandas para usos domésticos, industriales y agropecuarios.

Para lograr un buen conocimiento de los recursos de agua subterránea en una región dada, se requiere un programa de investigación de campo especializadas y la aplicación de las técnicas modernas en Hidrología Subterránea para determinar la cantidad, distribución y calidad de las aguas a fin de integrar un estudio Geohidrológico cantitativo formal que permita predecir el comportamiento futuro de los acuíferos frente a cualquier alternativa de explotación que se pretenda estudiar, que es lo verdaderamente importante desde el punto de vista práctico.

Dependiendo del grado de conocimiento al que se llegue respecto al funcionamiento de los acuíferos en una zona, el estudio geohidrológico realizado podrá tener carácter de preliminar, avanzado o completo, según la información disponible, las actividades ejecutadas y el periodo de trabajo, ya que buena parte de los renglones que intervienen en los estudios no pueden acelerarse pues dependen del tiempo, tales como evoluciones piezométricas, volúmenes de explotación, etc.

Por lo cual un estudio geohidrológico completo puede requerir entre uno y dos

años para su ejecución, dependiendo del tipo, cantidad y calidad de la información disponible al iniciarse.

El presente informe se considera de carácter avanzado, ya que los resultados obtenidos durante los 18 meses de trabajo, en 1971 y 1972 permitieron llegar a delimitar las diferentes subcuencas geohidrológicas existentes en la zona de estudio, así como determinar la recarga de sus acuíferos en el periodo estudiado y proponer nuevas zonas de explotación.

### UBICACION.-

La cuenca grande del río La Laja, Gto., abarca una superficie de aproximadamente 7.500 km<sup>2</sup>. El estudio geohidrológico de esta zona se inició preliminarmente durante el segundo semestre de 1970 en las subcuencas de San Luis de la Paz, Dr. - Mora y Laguna Seca, por la Dirección de Aguas Subterráneas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

En 1971 la Dirección de Aguas subterráneas, Hidrotec, S.A. continuó con el estudio geohidrológico, ampliándolo hasta cubrir toda la cuenca grande del Río La Laja.

### OBJETIVO DEL ESTUDIO.-

Fundamentalmente consistió en delimitar las diferentes subcuencas de sus acuíferos y definir el régimen de explotación más conveniente.

También se obtuvieron los modelos matemáticos del funcionamiento de cada subcuenca; esto dependió de la cantidad y calidad de la información obtenida durante el desarrollo del estudio.

### GENERALIDADES.-

La zona de estudio se localiza en el Norte del Estado de Guanajuato, y está formada por la cuenca tributaria del Río de La-Laja. Cubre una superficie aproximada de 7.500 km<sup>2</sup>.

Las poblaciones mas importantes en la región son:

San Miguel de Allende, Dolores Hidalgo, San Felipe Torres Mochas, San Luis de la Paz, Dr. Mora y San José Iturbide.

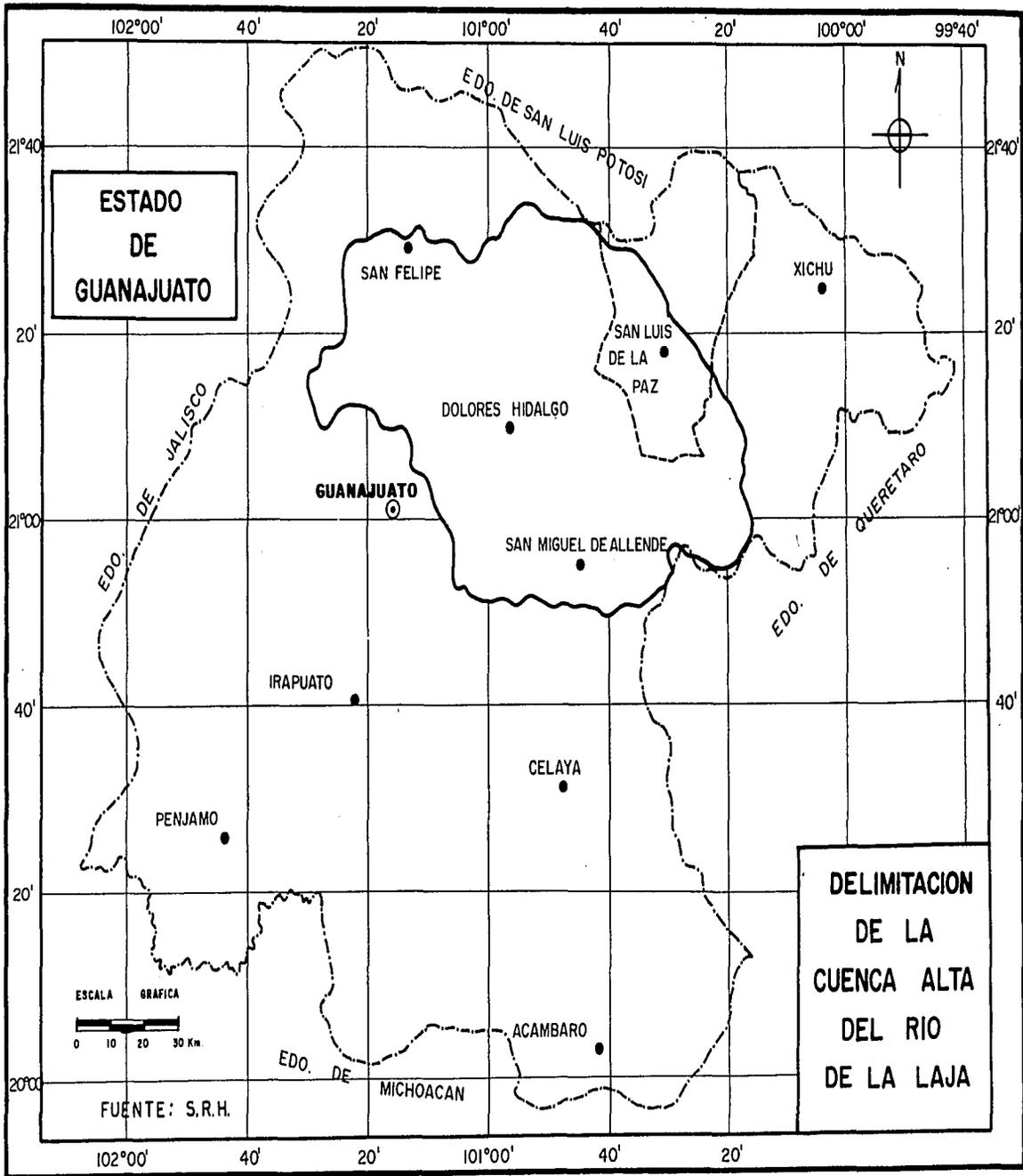
En lo que respecta a San Luis de la Paz, que es el área que interesa a este estudio, fue catalogada de acuerdo con el aspecto fisiográfico y a la información geológica obtenida en esta subcuenca.

La superficie total de la cuenca se dividió en 7 zonas

- |      |     |                               |
|------|-----|-------------------------------|
| Zona | I   | San Luis de la Paz.           |
| Zona | II  | Dr. Mora - San José Iturbide. |
| Zona | III | Plan de Laguna Seca.          |
| Zona | IV  | San Miguel de Allende.        |
| Zona | V   | San Diego de la Unión.        |
| Zona | VI  | Cuenca del Río La Laja.       |
| Zona | VII | San Felipe Torres Mochas.     |

Las zonas I, II y III, constituyen una sola cuenca cerrada superficialmente; las restantes drenan superficialmente hacia el río de la Laja.

La determinación del estudio en lo que respecta a San Luis de la Paz es muy importante, pues a pesar de que el área de esta cuenca abarca solo la porción Oeste del Municipio, es de hecho la parte más importante agrícolamente, pues es ahí donde se produce la casi totalidad de los cultivos, además careciendo el Municipio de corrientes superficiales perennes, es vital el conocimiento de su geohidrología.



## GEOHIDROLOGIA.-

Con base en la interpretación fotogeológica de los pares estereoscópicos de fotografías aéreas que cubren la zona de estudio, se define la región como eminentemente volcánica, constituida por sierras de riolitas, andesitas y basaltos que descansan sobre un relieve antiguo de rocas sedimentarias del Cretácico que afloran únicamente en la Sierra de Pozos y en la sierra que separa el valle de San Miguel de Allende del de Dr. Mora. El relieve de rocas volcánicas formaba una cuenca cerrada; posteriormente, la acción erosiva del río de la Laja talló una salida al sur de la cuenca, desarrollándose su sistema de drenaje a través de los materiales de diferentes permeabilidades que rellenaban la antigua cuenca cerrada. En la zona de San Luis de Paz la erosión todavía no ha avanzado lo suficiente para conseguir una conexión de drenaje superficial con el río de la Laja.

En general, las formaciones volcánicas de riolitas, andesitas y basaltos, son de características impermeables, por lo tanto funcionan como fronteras de aguas subterráneas. Las tobas constituyen el principal acuífero de la región, son de permeabilidad variable de acuerdo con su contenido de arena volcánicas y arcillas.

Los conglomerados observados en la parte occidental de la zona pueden ser localmente permeables; sin embargo, se encuentran arriba del nivel general de saturación, por lo que no tienen importancia como acuíferos.

Las formaciones sedimentarias, constituidas fundamentalmente por calizas, lutitas y areniscas sumamente plegadas y mineralizadas, tienen características de baja perme-

abilidad por lo cual se considera de poca importancia como acuíferos.

En las partes cercanas al cauce del río la Laja, en ambas márgenes, se observan materiales sueltos de relleno aluvial permeable que funcionan como acuíferos marginales de dicho río. En el resto de la parte plana de la zona de estudio los materiales de aluvión o suelos residuales reciente son más bien el producto de la intemperización residual de las tobas que predominan en la región, constituyendo capas muy delgadas sin importancia como formaciones acuíferas, por encontrarse arriba del nivel de saturación.

La característica tectónica de mayor importancia la constituye la falla de San Miguel de Allende que forma un escalón topográfico de unos 100 m, separando la zona IV de San Miguel de Allende del resto de la cuenca.

La recarga a los acuíferos tiene lugar probablemente en las zonas de fronteras y en forma vertical a través de las diferentes capas de toba de permeabilidad variable.

La Dirección de Aguas Subterráneas perforó un total de 17 pozos de exploración con profundidades variables entre 100 y 400 m., que tuvieron por objeto explorar el espesor de los materiales permeables así como efectuar pruebas que permitieran un conocimiento de las características hidrodinámicas de los acuíferos en especial, en la zona de los estrechamientos de San Luis de la Paz y en la comunicación de la subcuenca Dr. Mora con la de Laguna Seca.

Con el objeto de ampliar la información geológica obtenida con las perforaciones y conocer los espesores y profundidades de los materiales acuíferos en la región,

se hicieron 42 sondeos geoelectricos de RCP y resistividad en diferentes lugares prestando mayor atención a los estrechamientos topográficos y cuyos resultados permitieron confirmar algunas subdivisiones fisiográficas.

AGUAS SUBTERRANEAS.- Los principales usos del agua subterránea en la zona de estudios son para fines agropecuarios y de abastecimientos de agua potable.

De acuerdo con el control establecido por esta empresa, mediante el empleo de tarjetas trimestrales de horas de operación entregadas a los usuarios y la información de consumo de energía eléctrica para los pozos equipados con motores eléctricos, así como el consumo de combustibles, fue posible establecer el régimen mensual de extracción de aguas subterráneas en la región. El volumen anual explotado para el periodo de junio de 1970 a junio de 1971, extrapolado a toda la cuenca fué del orden de  $237 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

CLIMATOLOGIA.- La cuenca grande del río de la Laja, tiene instaladas 12 estaciones climatológicas, de las cuales se recopilaron los datos de precipitación registrados en el periodo 1960-1970. Para el periodo noviembre 1970 a noviembre 1971 se obtuvieron los datos mensuales relativos a la lluvia con el objeto de correlacionar su variación con la evolución de los niveles estáticos. Para el cálculo de las áreas de influencia se empleo el método de polígonos de Thiessen. La precipitación media anual es de 527 mm.

PIEZOMETRIA.- Se cuenta con información piezométrica de un total de 18 recorridos en 236 pozos y 60 norias seleccionadas desde julio de 1970 hasta diciembre de 1971. Los brocales de esos pozos y norias fueron nivelados y referenciados al nivel del mar. La configuración de las elevaciones de niveles estáticos de las zonas de estudio, permitió en combinación con la delimitación fisiográfica y geológica efectuada, definir las diferentes zonas o subcuencas que están comunicadas entre sí y que drenan fundamentalmente hacia el río de la Laja.

La zona I, de San Luis de la Paz, está comunicada mediante un estrechamiento con la zona de Laguna Seca hacia el Oriente, presenta un esquema general de flujo con dos componentes, una de oriente a poniente y otra de sur a norte con una fuerte inflexión hacia el poniente para descargar a través de la boquilla de San Luis de la Paz. La evolución media de los niveles estáticos, durante el periodo octubre 1970- abril 1971 fue de - 1.09 m., y para el periodo abril a noviembre en 1971 fué de + 2.06 m.

#### CARACTERISTICAS HIDRODINAMICAS DE LOS ACUIFEROS. \_

Para la definición de las características hidrodinámicas de los acuíferos, se efectuaron 76 pruebas de bombeo, de las cuales 64 fueron de corta duración, en pozos ya existentes y 12 en pozos de exploración.

En casi todas las pruebas, las características de las curvas de tiempo-abatimiento o tiempo-recuperación, indican condiciones de confinamiento parcial con transmi

sibilidades variables entre  $0.10 \times 10^{-3}$  y  $48.7 \times 10^{-3}$   $m^3/seg.$ , con un factor de filtración vertical  $r/B$  variable entre 0.04 y 1.9.

En general la distribución de los valores de transmisibilidad es heterogénea - acorde con el tipo de depósitos de origen volcánico que pueden tener grandes variaciones en sus condiciones locales de permeabilidad.

CALIDAD DEL AGUA.- Se realizaron 3 recorridos y se hicieron un total de 662 análisis químicos; en los cuales se hicieron las siguientes determinaciones en partes por millón: Na, K, Li,  $NH_4$ , Ca y Mg; de aniones;  $SO_4$ , Cl,  $NO_2$ ,  $HCO_3$ ,  $PO_4$ ; y coloides  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , FeO, MnO. En gammas /litro se determinó el elemento boro.

Se efectuaron interrupciones de la química del agua subterránea fundamentalmente a partir de los valores de sólidos totales disueltos, contenido de sílice coloidal, resistividad del agua subterránea y la relación de Na/Mg.

El contenido de sólidos totales disueltos varía en la región, desde mínimos de 200 ppm, hasta máximos del orden de 800 ppm. Se correlacionó la variación del contenido de sólidos totales disueltos con las direcciones de flujo y las posibles zonas de recarga, mostrado por las configuraciones del nivel estático y sus evolución, pudiendo confirmarse, el esquema de flujo de las aguas subterráneas. Dado el rango de valores 200-800 de STD, se puede considerar la calidad del agua subterránea como aceptable para fines de: abastecimiento de agua potable, industrial y agropecuaria.

La variación de los valores de sílice coloidal en ppm es un indicio del flujo del agua en material de origen volcánico. En la región varía entre 30 y 80 ppm. con

cordando su configuración con la de sólidos totales disueltos, observándose solamente una diferencia notable por disminución del contenido en la zona de San Luis de la Paz, debido posiblemente a la presencia de las calizas en esta subcuenca.

En otros muestreos se interpretaron los valores de resistividad del agua que reflejan en forma cualitativa el contenido sólidos totales disueltos, observándose generalmente variaciones entre 7 y 30 ohms-metro, los cuales corresponden en forma inversa a la variación de los valores de sólidos totales disueltos mostrados en los primeros muestreos.

Se analizó la relación de  $Na/Mg$  en miliequivalencias. Esta relación da un indicio acerca de la predominación del flujo de agua en rocas ácidas o bien básicas. En general se observó que en la subcuenca de San Luis de la Paz, los valores son bajos debido a la presencia de basaltos y andesitas en la parte norte y a las calizas y lutitas en la parte sur de la subcuenca, tratándose de un tipo de agua distinta, a la del resto de la subcuenca.

CUANTIFICACION DE LOS RECURSOS DE AGUA SUBTERRANEA.- Tomando como base la ecuación general de la conservación de la masa, que considera que las entradas deben ser iguales a las salidas más el cambio de almacenamiento con su signo respectivo, fué posible establecer ecuaciones simultáneas por cada zona; abarcando el periodo de descenso y el de recuperación, de los niveles. En estas ecuaciones se establecieron dos incógnitas, una el coeficiente de almacenamiento "S" y por otro lado un coeficiente de proporcionalidad "K" que involucra el efecto de recarga tanto por infiltraciones por lluvia como entradas subterráneas, en el caso de que éstas no se midieran.

Este factor "K" afecta el valor de precipitación en el periodo analizado con el objeto de introducir una ley de variación de la recarga en el sistema de acuciones.

Para la subcuenca de San Luis de la Paz se establecieron 2 ecuaciones de balanceo volumétrico para los periodos de octubre 1970-abril 1971 y abril-noviembre 1971 respectivamente, en los que únicamente se consideraron salidas subterráneas, variación del almacenamiento, extracción por bombeo y recarga tanto vertical como lateral, obteniéndose los siguientes coeficientes:

$$S = 1.81 \times 10^{-2}$$

$$K = 4.22 \times 10^{-2}$$

Substituyendo estos coeficientes en el sistema planeado, se obtienen los siguientes valores característicos de la subcuenca para el periodo analizado:

Infiltración:  $5.96 \times 10^6 \text{ m}^3$

Entradas menos sa

lidas subterráneas:  $-2.90 \times 10^6 \text{ m}^3$

Recarga Neta:  $3.06 \times 10^6 \text{ m}^3$

Extracción por -

bombos:  $1.42 \times 10^6 \text{ m}^3$

Los datos anteriores indican que para el periodo analizado no hubo sobre-ex -

plotación y que existió un volúmen disponible de  $1.42 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

#### POSIBLES FUNCIONAMIENTO ORIGINAL DE LA CUENCA DE ESTUDIO.

Analizando la cuenca de estudio antes de que existiera explotación y considerando que el cambio promedio del almacenamiento de los acuíferos fuera igual a cero, se hicieron las siguientes estimaciones de las posibilidades recargas a las distintas subcuencas: para San Luis de la Paz, su posible recarga media anual original fué del orden de  $0.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ , la cual correspondió a las salidas subterráneas y su dirección de flujo era hacia la zona III.

EXPLOTACION ADICIONAL PROPUESTA.- tomando en cuenta el conocimiento que se tiene de la zona de estudio, se propone que se lleve a cabo una explotación adicional del orden de:  $56 \text{ a } 68 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{año}$ . Cabe mencionar que dentro de éste volúmen se incluye una explotación nueva en la margen derecha del rio La Laja, del orden de  $20 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{año}$ .

CONCLUSIONES.- Términos generales se puede afirmar que la explotación dentro de la cuenca de estudio ha beneficiado a la región, al aumentar la disponibilidad de almacenamiento en los cuíferos, trayendo como consecuencia un mayor aprovechamiento de los recursos hidráulicos al incrementar la recarga.

El rio de la Laja constituye el dren principal de los excedentes de agua subterránea y superficial en la región y su flujo base no ha sufrido modificaciones substanciales por el efecto de la extracción por bombeo en la región. Sin embargo, no es posible determinar hasta que grado se hayan afectado sus escurrimientos torrenciales.

Los acuíferos explotados se comportan como parcialmente confinados, con un coeficiente de transmisibilidad variable entre  $10^{-4}$  y  $4.7 \times 10^{-2} \text{ m}^2 / \text{seg}$ , cuya variación se debe a las características de heterogeneidad de los materiales de origen volcánico que los constituyen.

El coeficiente medio de almacenamiento, determinado en las zonas evaluadas, varía entre  $1.8 \times 10^{-2}$  y  $5.8 \times 10^{-2}$ .

De acuerdo con los balances volumétricos efectuados en la zona de San Luis de la Paz, se definió para el periodo ya mencionado de 1970 a 1971 que hubo excedentes de  $1.4 \times 10^6$ , mientras que otras zonas como la de Laguna Seca, se encontró con déficit, o sea sobre-explotada.

La distribución de la explotación de agua subterránea en la región ha deformado la red original de flujo, provocando la formación de 2 depresiones piezométricas.

La margen derecha del río de la Laja presenta características hidrodinámicas favorables, que permiten aseverar que existen acuíferos explotables que no se han aprovechado actualmente.

Por desgracia, la disponibilidad de agua de una región dada guarda relación directa con la superficie vegetal de sus montañas, con el cuidado racional que se tenga de sus recursos forestales, y con el aprovechamiento sostenido que se haga de los productos del monte.

Las cuencas hidrográficas de captación son, en un sentido real, las únicas "fábricas de agua" de que dispone la gente.

El impacto de las lluvias que se precipitan sobre las áreas altas boscosas, es amortiguado por el follaje de la floresta, y el agua retenida en la hojarasca que cubre el suelo de esas zonas, infiltrándose poco a poco hacia las capas inferiores del subsuelo, de las cuales brota después, laderas abajo en forma de manantiales permanentes, de "ojos de agua" o de pozos artesianos; o sencillamente se cuela entre las fisuras del subsuelo para ir a alimentar los mantos subterráneos de donde el líquido será bombeado posteriormente para múltiples usos.

Pero no se puede bombear indefinidamente agua del subsuelo, si no hay reposición o recarga viene el agotamiento de los mantos y la escasez de agua.

Los depósitos subterráneos de agua son preferibles a los vasos artificiales de almacenamiento que construye el hombre porque son más económicas, porque no requieren mantenimientos porque no se azolvan, porque las pérdidas por evaporación del agua son eliminadas completamente, y porque el agua subterránea no corre el peligro de sufrir contaminaciones como sucede con el agua de los depósitos superficiales.

Y se decía por desgracia, porque en el caso de San Luis de la Paz, el panorama futuro no es muy halagador. Basta mirar a los montes que circunscriben la parte de la cuenca del río de la Laja que corresponden al Municipio; la vegetación natural, formada por bosque mixto fue arrasada, para después seguir con la explotación de los huizaches y dejar solo una mísera capa vegetal rasante, entre la que sobresale la roca,

pues el suelo casi ha desaparecido, erosionado, de cerros y pendientes. Solamente, y eso en forma aislada, crecen nopales y arbustos espinosos.

Es por eso vigente un programa de reforestación de largos alcances, sobre todo buscando los sitios donde sea susceptible el desarrollo de la vegetación arbórea de aclimatación local. Es indispensable que reciba prioridad la captación manejo y aprovechamiento de las aguas pluviales.

El manejo en las subcuencas en las partes altas, la construcción de bordos y zanjas de retención de escurrimientos superficiales en las laderas; de pequeñas represas escalonadas a lo largo de las torrenteras y cauces de los arroyos; de aguajes, jagueyes o avrebaderos en los pastizales; de surcos en contorno en terrenos agrícolas con pendientes, etc. detendrán en el suelo mismo toda la humedad que sea posible para la transformación del medio y la conservación de los dos recursos claves: el agua y el suelo.

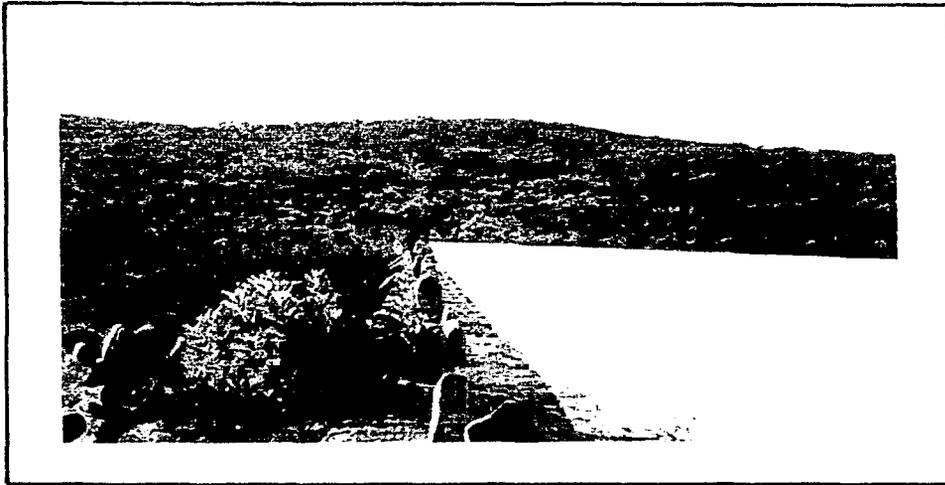


Fig. 9.- Esta imagen no es común, solo es posible -  
en la temporada de lluvias, en la que las represas; -  
están llenas hasta los bordes.

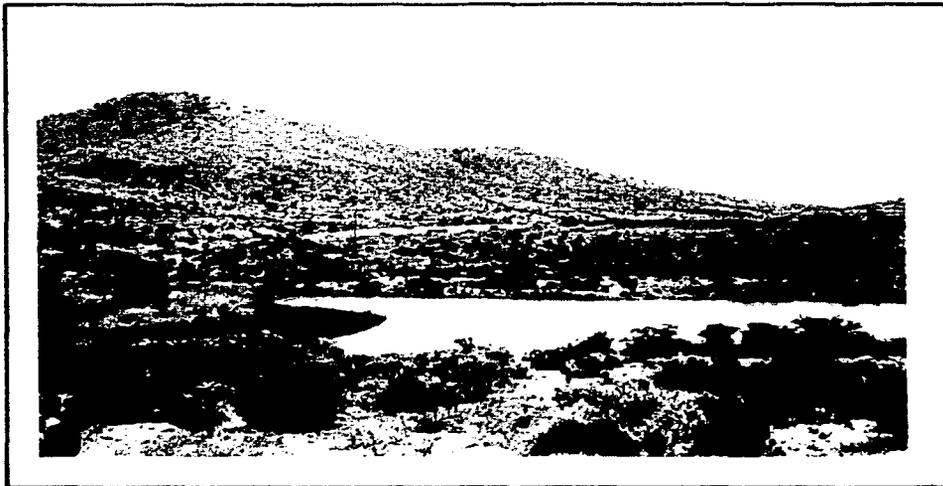
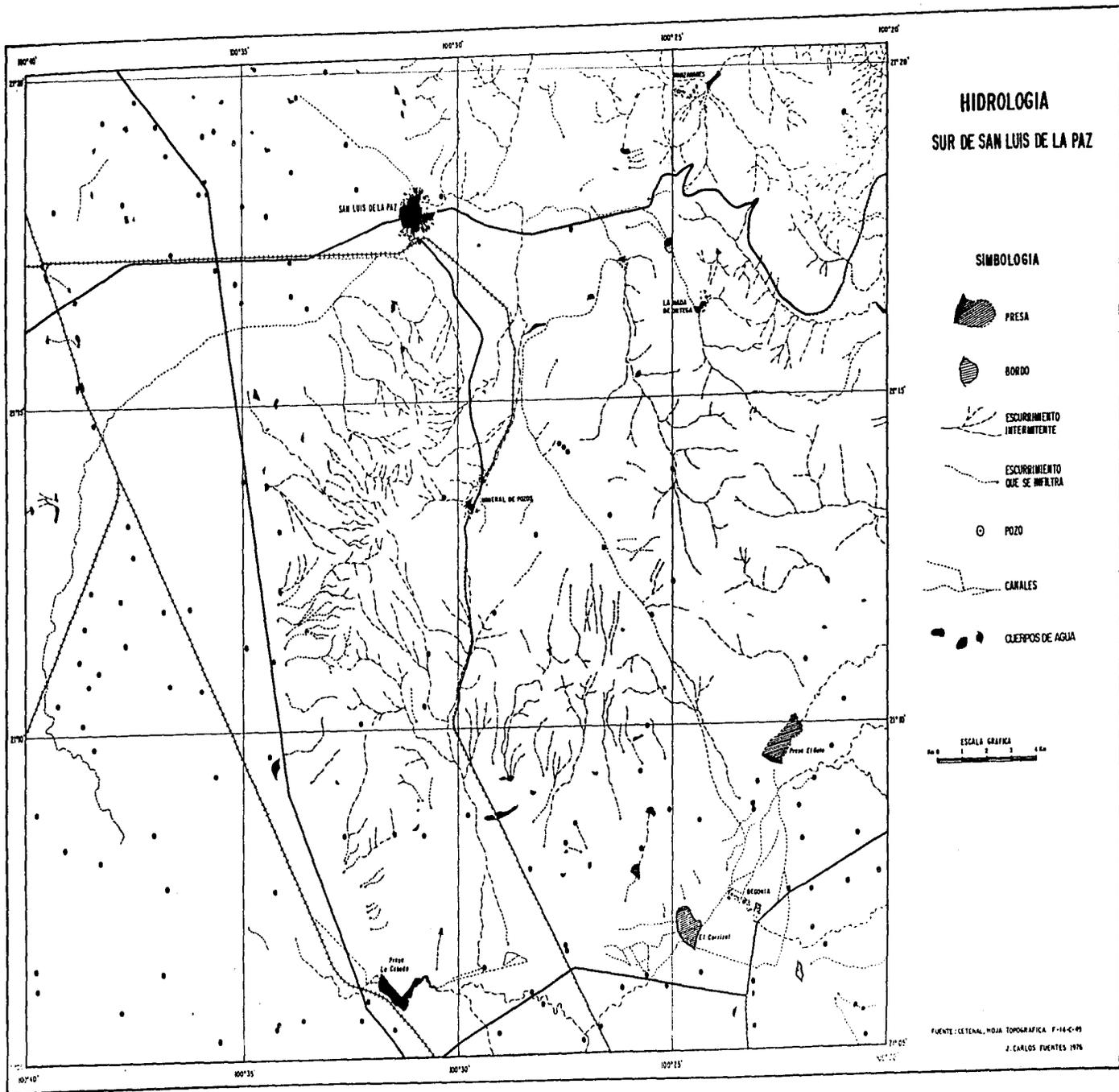


Fig. 10.- Una práctica de conservación vital, las re  
presas escalonadas en las zonas altas, hacen posible -  
el almacenamiento del agua para su racional utiliza --  
ción.





## USO DEL SUELO

Las condiciones geográficas que estructuran el Municipio de San Luis de la Paz, han determinado que sean dos los tipos de paisaje que dominan: el valle, zona agrícola eminentemente cuya topografía, origen y tipo de suelos, sistemas de vida de sus habitantes y superando incluso la carencia del agua como factor limitante, han hecho de esta zona, una unidad de producción indiscutible.

La otra zona es montañosa, de topografía difícil que limita su uso a actividades propias de ese relieve como son los pastizales y la explotación forestal.

El valle de San Luis de la Paz, fértil y plano, cuenta con una infraestructura que le permite movilizar su producción además de que carece de problemas de tenencia de la tierra pues la mayoría de los campesinos son pequeños propietarios (solo hay 9 ejidos), se asocian para ayudarse mutuamente.

En el área central del valle se han perforado bastantes pozos; según datos de la S. R. H. se localiza agua a una profundidad promedio de 60 m., el nivel dinámico se halla a los 80 m., y el nivel estático a 150 m. Los pozos que actualmente están en uso, tienen una salida promedio de 60 lts. / segundo.

Los agricultores que carecen de agua para riego, y por lo tanto se atienen a los periodos de temporal, tienen generalmente baja producción agrícola.

El sistema de trabajo que acostumbran aquí los campesinos es el común en general; por otra parte persisten las prácticas tradicionales del agro mexicano, cuyas cos

tumbres hay que insistir en erradicar, como son el monocultivo, la falta de prácticas de conservación, falta de fertilizantes, el abandono de tierras, etc.

La mayoría de los campesinos usan arados de fierro de una y dos vertederas, - de tracción animal; algunos poseen tractores con arados de 2 y 4 discos, así como rastrojos también de discos y rodillos de dientes y de otros tipos.

Los principales cultivos a que se dedican los agricultores de la región son pocos debido a la falta de agua y son los siguientes: maíz de diversas variedades, trigo - "rojo" y "cristalino", alfalfa de Bermuda, chiles "pasilla" y "mulato", frijol de diversas variedades, cebolla de Apaseo y distintas hortalizas. los cultivos de vid han prosperado y se encuentran en plena producción en el SW del Municipio. (figura 12)

En corta escala también se cultiva cebada en grano, papa, camote, haba, garbanzo, jícama y en plan experimental se ha introducido agave azul con miras a industrializarlo y producir tequila.

En cuanto a especies frutales hay en el Municipio perales, manzanos, chabacanos, duraznos y membrillos.

Los cultivos que predominan son los que por su naturaleza, constituyen la base de la alimentación de los habitantes de la Comarca, el maíz y el frijol.

COSECHAS OBTENIDAS DURANTE LA TEMPORADA 1974-1975  
MUNICIPIO SAN LUIS DE LA PAZ, GUANAJUATO.

PRODUCTO	Superficie en hectáreas.		Rendimiento Kgs. x ha.		Producción total. Kg. ó t.	Precio rural por tonelada
	Riego	Tempo- ral.	Riego	Tempo- ral.		
Alfalfa	124		48,000		5,952 t.	\$ 150
Alfalfa 2 <sup>o</sup> c.	124		31,500		3,906 k.	\$ 150
Alpiste	1450		2,100		2,982 t.	\$ 3,500
Cempasuchil	180		13,000		2,340 t.	\$ 700
Chile seco	523		3,000		1,569 t.	\$ 10,000
Frijol	125		1,400		175 t.	\$ 2,300
Frijol temp.		4.900		310	1,519 k.	\$ 2,300
Frijol 2 <sup>o</sup> c.	200		2,150		430 t.	\$ 1,800
Girasol		30		800	24 t.	\$ 3,000
Jitomate	340		22,450		7,633 k.	\$ 500
Jitomate t.		45		7500	337 k.	\$ 500
Linaza		130		470	61 k.	\$ 900
Maíz	750		3,500		2,625 t.	\$ 1,200
Maíz temp.		9.501		691	6,569 t.	\$ 1,200
Trigo	500		3,700		1,850 t.	\$ 1,000

FUENTE: Dirección General de Economía Agrícola, S.A.G.

Por lo que respecta a la ganadería, solo últimamente se ha incrementado el ganado vacuno, y eso sobrecargando las zanas de agostadero ya de por sí raquíticas; el problema es la falta de pastos apropiados áreas adecuadas; en las llamadas "mesas" se pueden inducir pastos, pero el alejamiento de las localidades y falta de caminos hace que el intentarlo sea incosteable.

En las laderas de la sierra que se halla al norte de la cabecera municipal abunda el ganado, pero limitado a la escasa alimentación por lo pedregoso y erosionado del terreno.

Se necesita crear una comunicación efectiva entre el norte y el resto del Municipio, inducir pastos adaptados climáticamente y delimitar coeficientes de agostadero apropiados, además de que es necesario implantar ganadería estabulada para la producción de leche, que tanta falta hace a la región.



Fig. 11.- Cultivo básico de la región el maíz, ocupa más de 10 mil has., tanto de temporal como de riego.

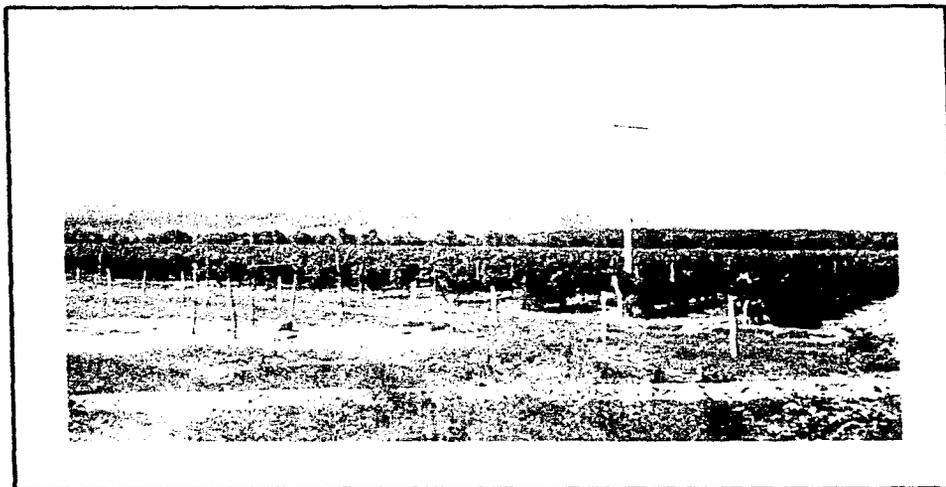


Fig. 12.- En la zona SW del Municipio, el cultivo de la vid ha alcanzado altos niveles, tanto en cantidad - como en calidad.

## CULTIVO DEL MAIZ

Siendo el maíz un cultivo básico en esta región, es interesante conocer el sistema que utilizan para cultivarlo la generalidad de los campesinos de medianos recursos, que tratan, a pesar de sus limitados recursos de incrementarlo y mejorarlo.

Son pocos los campesinos que se atreven a estar experimentando con semillas de maíz procedentes de otros lugares, seguros de que dadas las condiciones físicas de la zona, las que usan están completamente adaptadas y aclimatadas.

El maíz híbrido no ha dado buenos resultados como en otras regiones; por lo que es indispensable continuar los experimentos para procurar aclimatarlo.

En la zona, los campesinos emplean la semilla medio seleccionada de la cosecha anterior en sus mismos terrenos, o bien de algunos terrenos vecinos que por su localidad producen mejor grano; ya perfectamente aclimatado a los suelos de la región.  
(figura 11)

Las variedades "Celaya" y "Queretaro" se cultivan bastante, aunque la primera es la que da mejores resultados en los terrenos de textura de migajón arcilloso y estructura granular.

La semilla seleccionada en los terrenos de la misma zona de también buenos resultados y resiste bien a las enfermedades y plagas características del maíz, como son el "huitlacoche" (*Ustilago zaeae*), la "gallina ciega" (*Lachnosterna*) y otros.

Por esta razón los agricultores prefieren las semillas de variedades cosechadas en la misma zona, pues hacen la selección desde que está la planta en pie, en la cual escogen las mazorcas que presentan las mejores condiciones y todavía después de cosechar hacen una segunda selección de los granos más bien formados, sanos y mejor desarrollados.

### MANEJO DEL SUELO

Generalmente se preparan los terrenos para la siembra los que comúnmente se destinan al cultivo del maíz son los suelos de textura de migajón y consistencia granular, pero asimismo los de textura arcillosa con buen drenaje superficial se utilizan para esto.

En los meses de diciembre y enero se emprenden las labores de preparación para las siembras de temporal, aprovechando las primeras heladas del invierno y la baja temperatura de esas épocas; meteoros que matan muchas larvas de insectos y las esporas o gérmenes de enfermedad que pueden existir en el terreno. De este modo se evita que más tarde se desarrollen plagas y enfermedades que ataquen a la planta del maíz.

Después de quitar del terreno el rastrojo de la cosecha anterior se da el primer paso de arado, o sea el barbecho a una profundidad de 20 cm., procurando que los surcos queden lo más juntos posibles y que la capa de tierra superficial quede completamente invertida; en seguida se pasa una viga o, si es posible, una rastra de discos, con el objeto de emparejar el barbecho y romper los terrones que se hayan formado.

Terminada esta labor queda el terreno expuesto a los agentes atmosféricos, los que obrando directamente sobre la superficie del suelo ya volteado, lo meteorizan al mis mo tiempo que ayudan a destruir insectos y gém<sup>e</sup>nes patógenos.

Esta labor de barbecho la ejecutan los agricultores con arados de fierro de una vertedera, algunos arados de dos y tres discos, los que hacen el trabajo más perfecto.

La siembra de temporal se lleva a cabo cuando ha principiado el periodo de lluvias, o sea a mediados de junio; generalmente despues de las primeras precipitaciones se procede a "rayar" toda la superficie del área que se va a sembrar, con anterioridad barbechado, para formar "melgas" de 10 a 15 cm. de anchura. Este rayado se hace - con arado de madera provisto de una pieza de metal llamada "orejera" o también con arado de doble vertedera de cortas dimensiones.

Se procede a sembrar, despues de tapado el maíz, se pasa la rastra por el - terreno con el objeto de emparejar y nivelar, a efecto de que si durante la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta; cae alguna lluvia, no se estanque el agua.- Los granos que no germinan son repuestos inmediatamente cuando se observan las semen teras vacías.

## VEGETACION

La zona de estudio es un área relativamente homogénea por lo que respecta a altitud, ya que la altura mínima sobre el nivel del mar es de 2000 m., y la máxima de 2500 m.

Si además de esta similitud altitudinal se tiene en cuenta la poca variabilidad climática, no es extraño que la vegetación presente pocas variantes a nivel de grandes-tipos, los cuales no son muy diversificados.

Esta región ha padecido marcados disturbios humanos de muy diversa naturaleza a través de cientos de años; los tipos de vegetación primarios han sido profundamente alterados, lo que ha determinado por una parte, que en la actualidad exista un verdadero mosaico de estados sucesionales de muy distintas edades, pero sobre todo con tendencia evolutivas diferentes, dadas por variantes principalmente de suelo, topografía o uso.

Debido a estos disturbios y luego, a posteriores abandonos, se han establecido y mantenido por periodos muy largos asociaciones especiales de vegetación, principalmente:

### MATORRALES

Esto se encuentra con diversas modalidades, la mayoría de los cuales han alcanzado un claro equilibrio y actualmente ocupan extensiones muy considerables dentro y fuera de la zona de estudio.

Los matorrales que se hallan en el Municipio si bien en su mayoría no son un tipo de vegetación primaria en el sentido estricto del término, se consideran como tales por su prolongada permanencia, y es de esperar - excepto por una alteración inducida que permanecerán en equilibrio por periodos indefinidos aún.

Los matorrales son comunidades vegetales caracterizadas; porque las especies - dominantes son plantas leñosas, pero sin llegar a ser árboles bien definidos, o sea, son arbustos o subarbustos que no tienen un tronco bien definido desde la base, sino que - ramifican casi desde el nivel del suelo. A estas formas de vida ordinariamente se les - denomina matas y de ahí el término matorral.

La cobertura de los arbustos de un matorral rara vez llega a cubrir el 100% de la superficie que ocupa, por lo que generalmente son comunidades con espacios apre- ciables o considerables entre un ejemplar y otro.

Otra variante fisonómica de los matorrales está dada por el porcentaje de es- pecies espinosas dominantes o inermes, y de aquí las denominaciones de matorral espino- so, subinerme o inerme. Si más del 50% de las especies dominantes son espinosas, el matorral se considera espinoso; menos del 50% hasta el 25% subinerme y menos del 25% inerme.

Estos matorrales se establecen en las partes más bajas y planas y en los lome- ríos con pendientes suaves.

Los matorrales alternan con grandes áreas de cultivo, activas o recientemente abandonadas y casi todas de temporal, lo que por otra parte es indicador de la natura-

leza casi siempre secundaria de estas comunidades que como ya se mencionó evolucionan a partir de marcados disturbios antrópicos, particularmente disturbio agrícola sobrepastoreo, que se efectúan, sobre los pastizales primarios. Precisamente por esto, no es posible encontrar al matorral exclusivamente, ya que siempre convive en menor o mayor grado con los pastizales, ya sean primarios o inducidos, que constituyen una carpeta que rara vez falta entre las matas. (figura 13 )

Los matorrales se desarrollan en los sitios de menor altitud dentro del Municipio, o sea entre los 2000 y 2250 m., en sitios de microtopografía bastante uniforme, principalmente planicies o lomeríos con el suficiente suelo como para que se desarrollen, en ambos casos, las condiciones topográficas y edáficas que explican el fuerte disturbio agrícola, ganadero y humano en general, de que es objeto desde hace tiempo esta región.

La mayor parte de los matorrales que cubren la zona de estudio están constituidos por formas arbustivas espinosas de leguminosas leñosas, entre las que se hallan:

Acacia tortuosa, Prosopis juliflora, Mimosa monacistra, Mimosa biuncifera y Acacia farnesiana; estas forman el estrato mayor o arbustivo, también se hallan en las partes planas:

Baccharis ramulosa, Aplopappus spinulosus y Cowania mexicana; y Eysenhardtia polystachya y Bursera fagaroides en los lomeríos y estribaciones de las sierras.

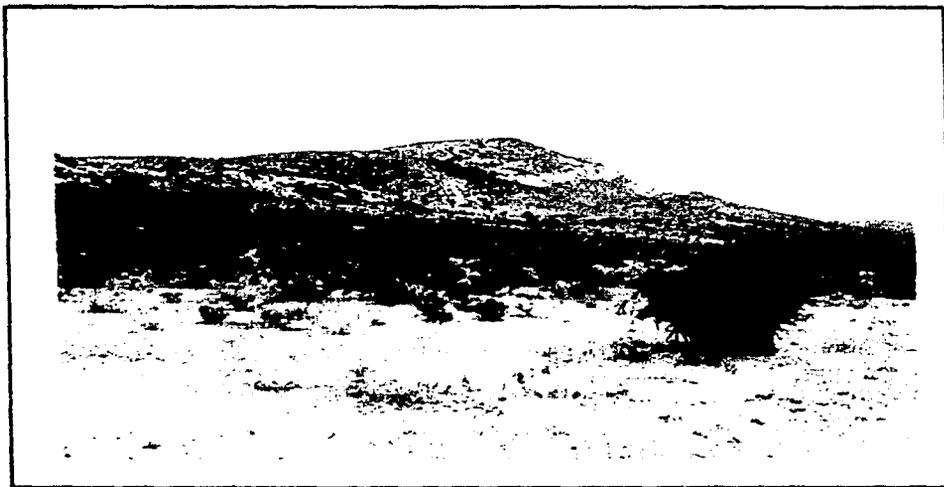


Fig. 13.- Debido a los sucesivos disturbios antrópicos los matorrales se han establecido firmemente, coexistiendo con pastizales y opuntias.



Fig. 14.- Nopaleras, asociaciones de vegetación que son aprovechadas económicamente por los habitantes de la zona ya que obtienen almíbares y al fermentar el jugo obtienen una bebida llamada colonche.

## PASTIZALES

Las gramíneas o pastos, en tipo de vegetación primaria en la mayor parte de los sitios ocupados por el matorral, son componentes constantes de estas comunidades en forma de una carpeta casi continua sobre el suelo. Las gramíneas que constituyen esta carpeta nunca o rara vez se observan en su forma natural, ya que siempre se encuentran ramoneadas, lo que a su vez determina que en general esta carpeta de gramíneas sea de muy poca altura, por lo común menos de 10 cm., aunque, esporádicamente se localizen pastos de 30 y 40 cm.

En algunas zonas de pastizal la carpeta llega a tener una cobertura del 90% en su expresión máxima, pero que puede descender hasta el 40% en su expresión mínima.

Los pastos más comunes son: Aristida adscensionis, Andropogon barbinodis, Bouteloua gracilis, Arostida barbata, Chloris sp., y Cynodon dactylon.

La fisonomía que presentan los pastizales es heterogénea, y depende de los elementos que integran el estrato arbustivo o el arbóreo. El pastizal carente de formas leñosas arbóreas, arbustivas o subarbustivas es difícil; siendo una comunidad sujeta a fuerte disturbio ganadero es difícil localizar zonas de pastos sin sobrepastoreo.

## ENCINAR

Los encinares se distribuyen en las zonas abruptas del NE del Municipio, en alturas promedio de 2200 m.

En épocas pasadas estas especies fueron explotadas en gran escala para la producción de carbón y para satisfacer las necesidades de madera de la zona minera de Guanajuato.

La explotación intensiva de estos encinares ha determinado una gama de estados sucesionales de la vegetación. En algunos casos es claro que las laderas despojadas de su vegetación primaria han evolucionado y en la actualidad están cubiertas por el matorral Dodonaea viscosa, pero en otras áreas no ha pasado esto las laderas se hallan desnudas o apenas cubiertas por un pastizal muy ralo con la consecuente erosión de los suelos, cada día más acentuada y con cárcavas totalmente formadas.

Las especies de encinos más comunes son: Quercus reticulata, Quercus aristata, Quercus glabrescens, Quercus jaralensis, Quercus macrophylla y Quercus transmontana; la mayor parte de estas especies conviven en una mezcla a veces difícil de definir. Además de los encinos forman parte de la comunidad otras especies leñosas de menor talla como Arctostaphylos pungens, Arbustus xalapensis y otros arbustos pequeños.

## NOPALERAS

Excepción hecha de las partes altas ocupadas por el encinar, prácticamente en todo el Municipio se encuentran nopales que conviven con los matorrales espinosos y

con las variantes de los pastizales; sin embargo, aunque siempre presentes entre estas comunidades, ordinariamente se encuentran distribuidas en forma dispersa; en algunas zonas su densidad llega a ser significativa, al grado de formar asociaciones con toda propiedad denominadas nopaleras.

Es importante diferenciar dos tipos entre estas nopaleras, las primarias, que ocupan áreas con suelos someros, y las secundarias que generalmente se hallan en suelos planos entre matorrales y pastizales, ( figura 14 ) y que son el resultado de disturbios humanos, por lo que generalmente se encuentran en relación con rancherías o centros de población. Estas nopaleras secundarias son claramente huertos de interés económico para los habitantes del lugar, aprovechando sus frutos procesan dulces, licor, etc.

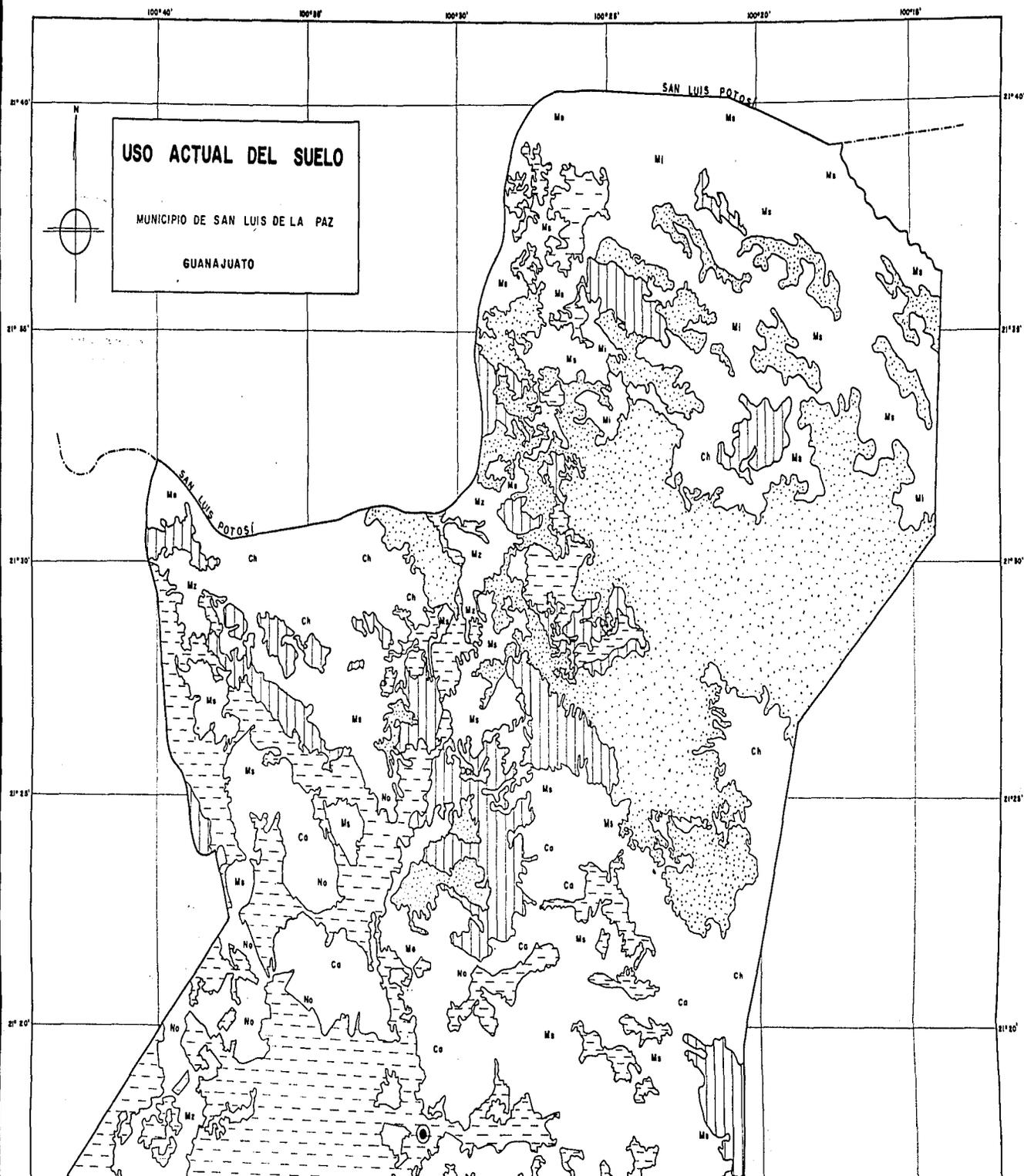
Las nopaleras primarias tienen una altura promedio de 1.50 m., y los individuos a veces llegan a sobreponerse en cobertura, de manera que forma asociaciones densas, con un estrato más bajo de las herbáceas que conviven con los matorrales espinosos y otro aún más bajo de gramíneas.

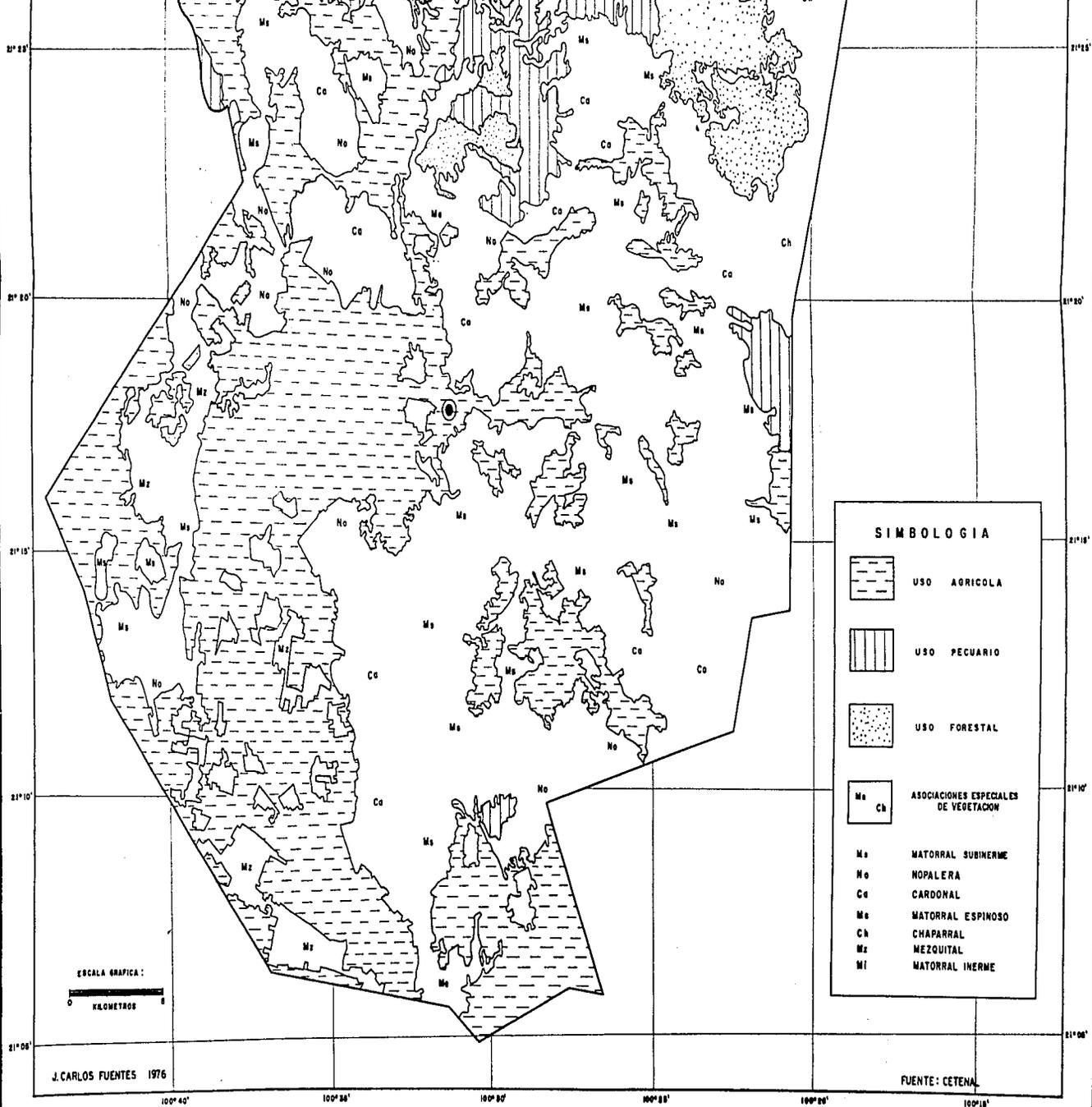
Las especies integrantes de estas nopaleras primarias en orden decreciente de abundancia son: Opuntia robusta, Opuntia cantabrigensis, Opuntia azurea, Opuntia streptacantha, Opuntia megacantha y Opuntia tomentosa.

Todas estas especies pueden encontrarse mezcladas con las nopaleras secundarias, en las cuales las especies más notables son: *Opuntia megarriza*, *Opuntia altamirani*, *Opuntia tunicata*, *Opuntia ficus-indica* y *Opuntia inbricata*; estas llegan a formar asociaciones compactas en algunos lugares de sobrepastoreo marcado.

ESPECIES PREDOMINANTES DE ASOCIACIONES VEGETALES EN EL VALLE DE SAN LUIS DE LA PAZ.

Mezquite-----	prosopis s.p.-----	Leg. Mim.
Girasol sil- vestre-----	Cosmos sulphureus Cav.-----	Compuestas.
Nopales-----	Opuntia Sps.-----	Cactáceas
Huizache-----	Acacia tortuosa (L) wild.-----	Leg. Mim.
Chicalote-----	Argomone mexicana, L.-----	Papaveráceas
Abrojo-----	Opuntia tunicata, Lehm.-----	Cactácea
Pirú-----	Schinus molle, L.-----	Anacardiáceas
Candelilla-----	Euphorbia antisiphilitica-----	-----





## RECOMENDACIONES

Siendo la zona de topografía accidentada (exceptuando el valle), los cultivos temporales representan un peligro para los suelos, ya que aflojan estos y facilitan su arrastre.

Otro punto es el sobrepastoreo, ya que el ganado se maneja de manera extensiva, o sea, soltándolo libremente y dejándolo que pade a discreción principalmente en los pastizales, (figura 15) pero también en los matorrales donde el ramoneo es práctica natural incluyendo los retoños o brotes de vegetales arbóreos o arbustivos. Este sobrepastoreo desmedido evita en grado considerable el desarrollo y la reposición de la vegetación, tanto herbácea como arbustiva y necesariamente favorece el arrastre del suelo por el viento, el agua y las actividades humanas.

En base a todo esto se propone:

Planificación de las áreas de cultivo de temporal dedicadas a cultivos no perennes, para evitar el aflojamiento del suelo y su permanencia por varios meses prácticamente desnuda.

Delimitación de las propiedades o de los ejidos y aún dentro de éstos en las parcelas, por árboles, arbustos, nopales o magueyes, para evitar los acarrees hídrico y eólico.

Construcción de terrazas en las laderas sujetas a actividades agrícolas, además de barreras de árboles, arbustos, nopales o magueyes, también para evitar los acarrees.

Fomento y establecimiento de grandes extensiones con cultivos perennes, frutales en particular, ya que la zona se presta para muchos de ellos (durazno, chavacano, membrillo, etc.)

Fomentar en las laderas propicias, los matorrales, como un primer paso para el establecimiento de vegetación más alta y lograr la formación y la retención del suelo en los declives de las sierras actualmente erosionadas o en proceso de erosión.

Planificación del pastoreo delimitando en los sitios más apropiados áreas de exclusión, con el fin de favorecer la recuperación de la vegetación.

Introducción de especies forrajeras de alto rendimiento.

Introducción en las partes desprovistas de cubierta vegetal de gramíneas perennes como primer paso para la retención del suelo.

Creación de áreas de reserva biológica, como testigos y refugios de la flora y la fauna regionales.

Establecimiento de campos experimentales para evaluar a corto, mediano y largo plazo todas las acciones.

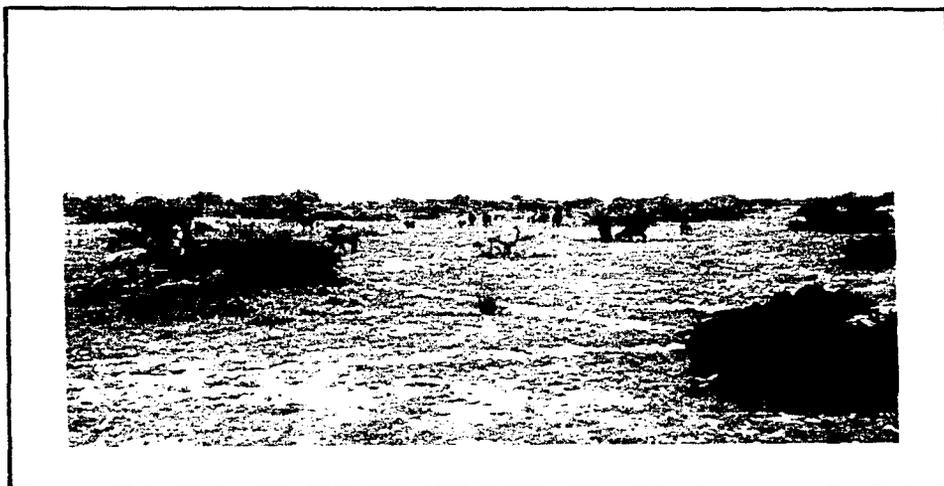


Fig. 15.- El sobrepastoreo representa un peligro para las condiciones ecológicas de muchas zonas; el ramoneo en pastizales y matorrales es práctica natural.



Fig. 16.- Los montes de casi todo el Municipio han sido deforestados; es urgente reponer las cubiertas vegetales para conservar el suelo y el agua.

## CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Se han efectuado estudios muy valiosos para la clasificación de los suelos en México, en numerosas áreas dispersas en diferentes regiones del país. Diversas Instituciones se han dedicado a esta tarea, entre las que se pueden mencionar a la Secretaría de Recursos Hidráulicos (Dirección de Agrología), la Secretaría de Agricultura y Ganadería, CETENAL, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias perteneciente a Chapingo, etc.

En lo que se refiere a los sistemas de clasificación de los suelos, puede considerarse que a la fecha, ninguna clasificación ha sido aceptada como definitiva, y sobre todo, que no existe homogeneidad, pues los distintos países han adoptado aquella que creen más conveniente.

La tarea de clasificación de suelos no es simple ni fácil. John Stuart Mills ha precisado lo siguiente respecto a los principios de clasificación científica: "La tarea principal de las clasificaciones es agrupar las cosas en tal forma y orden y de tal manera que estemos mejor capacitados para entender y recordar las leyes que las gobiernan".

Ninguna de las clasificaciones puede considerarse completa, pero las más usuales han contribuido al desarrollo de la ciencia del suelo en el mundo.

De una manera u otra, es de aceptación general que la iniciación de la ciencia del suelo tuvo lugar en las investigaciones sistemáticas de V.V. Dokichaev y su grupo de científicos que llevaron a cabo en los suelos de Rusia en 1870.

Ellos observaron que cada clase de suelo tiene una serie muy particular de capas u horizontes de 1 a 1.50 m., lo cual es el resultado de poderosas fuerzas que han actuado sobre el material geológico inferior.

Se estableció que los suelos son cuerpos naturales individuales, con su propia morfología; este concepto, revolucionario en su tiempo, constituyó la base para el progreso de la ciencia del suelo. Mediante estos estudios se evidenció que un suelo conserva los efectos de los factores externos e internos que han influido en su formación y que la morfología de un determinado tipo de suelo refleja las condiciones locales de clima y las interacciones de temperatura, humedad, vegetación y naturaleza de las rocas de las cuales se origina.

Al principio la barrera del idioma impidió que estos conocimientos se propagaran, y no fue sino hasta 1914 cuando el científico K.D. Klinka publicó en alemán todos estos valiosos conceptos.

Por medio de estos conocimientos fundamentales, se pudo iniciar el desarrollo de sistemas racionales de clasificación que han facilitado la investigación y la interpretación de resultados, haciendo posible su aplicación a terrenos individuales de cualquier parte del mundo.

Se sabe ahora que los suelos son dinámicos y cambiantes y que el sistema no es simplemente químico y geológico, sino también físico y biológico.

## CLASIFICACION DE SUELOS DE LA FAO/UNESCO.

La clasificación que aquí se emplea está basada en los estudios llevados a cabo por la FAO/UNESCO. Estas organizaciones iniciaron conjuntamente un proyecto para la preparación del Mapa de Suelo del Mundo. Uno de los aspectos más importantes del proyecto fue y aún lo es, la correlación de las unidades de suelos que se usan en idversas partes del mundo con el fin de elaborar una terminología universal.

Esto ha contribuido al conocimiento de los suelos en áreas específicas en nuestro país, sobre todo que tal clasificación ha sido adoptada por las principales Instituciones, tanto públicas como privadas que realizan estudios de suelos en México.

La tarea no ha sido sencilla, las investigaciones hechas dentro del proyecto, han necesitado de varios intentos, desde la iniciación del programa en 1961, para correlacionar las definiciones de las unidades de suelos para el Mapa de Suelos del Mundo. El Primer Intento se presentó a la Junta Consultiva del Proyecto para su discusión en Roma en 1964.

El Boletín No. 12 de los Recursos de Suelos del Mundo:

"Definiciones Preleminares, Leyenda y Cuadro de Correlación para el Mapa de Suelos del Mundo", incorporó sugerencias y modificaciones para el Segundo Intento, éste se presentó en el Octavo Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo efectuado en Bucarest, en 1964.

Puesto a consideración este Segundo Intento, fue modificado y corregido; en Moscú, en 1966 se presentó el Tercer Intento, el cual contenía definiciones más precisas y basado en el "USDA Comprehensive System of Soil Classification", con la certeza de que la introducción de características diferenciales y medibles daría por resultado una mejor identificación, descripción y correlación de suelos.

En julio de 1967 se preparó el Cuarto Intento, reuniendo todas las opiniones y comentarios expresados en Moscú. Las definiciones corregidas fueron probadas en mapas de suelos regionales y posteriormente en actividades de investigación de correlación de suelos en el campo. Actualmente, la clasificación FAO se basa en el Quinto Intento; sin embargo, el número de unidades de suelos, sus nomenclaturas y definiciones, aún están consideradas como provisionales y sujetas a cambios y rectificaciones.

Las unidades de suelos han sido seleccionadas por la FAO de acuerdo a los conocimientos actuales de la génesis, características y distribución de los principales suelos que cubren la superficie de la tierra; su importancia como recursos para la producción, y la posibilidad de representarlas a nivel de microregiones a escalas reducidas.

Para identificar y correlacionar correctamente las unidades propuestas a nivel mundial, cada una de ellas está caracterizada por un conjunto de propiedades medibles y observables, las cuales reflejan los efectos de los procesos dominantes de formación de los suelos y que al mismo tiempo son importantes para predecir el comportamiento del suelo bajo diferentes prácticas de manejo.

Algunos de los anteriores sistemas de clasificación de suelos ponen énfasis en

la génesis de los suelos y en el efecto de la vegetación y el clima sobre los mismos, lo que dificulta su aplicación y limita su utilización práctica. Los sistemas antiguos clasifican a los diferentes tipos de suelos dentro de un ambiente ecológico definido, y si un mismo suelo se localiza en un ambiente diferente, se le clasifica como distinto; por ejemplo, en el Oeste de los Estados Unidos los suelos ricos en carbonato de calcio son clasificados como zonales, en cambio estos mismos suelos en las regiones húmedas, se les clasifica como intrazonales.

En la actualidad se dispone de técnicas de análisis e instrumentación que permiten un conocimiento más completo de las características de un suelo dado.

En los sistemas modernos se ha puesto especial cuidado en que la clasificación pueda servir de base para programas de fertilización, uso y manejo adecuado de los suelos.

El sistema de la FAO es diferente al sistema Ruso-Americano que también trata grandes grupos de suelos pero basado en ideas y técnicas de investigación diferentes.

Para dar idea de las diferencias entre ambas clasificaciones se puede citar lo siguiente: No es necesario para describir un objeto o una persona, saber en que lugar está o en que lugar vive, basta con describirlo y caracterizarlo con sus cualidades propias.

## NOMBRE DE LAS UNIDADES DE SUELOS.

Para una mejor referencia y entendimiento, es necesario utilizar los nombres de los suelos; dichos nombres tienen el propósito de resumir en una palabra fácil de recordar, un conjunto de características que son representativas de un suelo en particular y que se encuentre en distintos sitios de la superficie terrestre.

La clasificación FAO ha intentado mantener muchos de los nombres "tradicionales", tales como: Chernozems, Castañoszems, Podzoles, Planosoles, Solonetz, Solonchak, Litosoles, Solod, Rendzinas, Regosoles. Se han adoptado nombres que han adquirido - popularidad en los últimos años, como: Vertisoles, Rankers, Andosoles y Ferralsoles.

Una buena cantidad de nombres, si bien firmemente establecidos en la nomenclatura de suelos, tales como suelos Podzolizados, Podzólicos, Café de Bosque, de Pradera, Mediterráneos, Desérticos o Café semi-áridos, Lateríticos y Aluviales, no podrían ser usados sin que perdure la confusión que se ha creado con los diversos usos de estos términos en los diferentes países.

Corroborando estas afirmaciones tenemos como ejemplo los denominados "Suelos Mediterráneos", cuando el término "mediterráneo" se utiliza como un concepto geográfico o climático es muy heterogéneo, debido a que las condiciones fisiográficas y - climáticas varían mucho en la misma zona mediterránea.

Aún si el uso del término estuviera restringido para describir las condiciones climáticas específicas, caracterizadas por un verano cálido y seco y un invierno húmedo

y templado, con condiciones bien definidas de temperatura y humedad del suelo, no podría utilizarse para expresar un concepto específico de desarrollo del suelo. En la realidad hay una gran variedad de suelos en la zona: los "Terra Rossa", "Meridionale Braunerde", Sols bruns méditerranéens lessivés", y otros.

Es obvio que deben ser reconocidas las condiciones climáticas bajo las cuales se presentan los suelos, por ejemplo: si un Cambisol, Vertisol o Podzol se presentan en un clima Mediterráneo seco, deben separarse de los suelos morfológicamente similares que se presentan en climas húmedos templados, sub-áridos o boreales. Con frecuencia estas diferencias no están reflejadas en las propiedades perceptibles de los suelos, sin embargo, son importantes y deben mostrarse como variantes climáticas.

#### SUELOS DE SAN LUIS DE LA PAZ.

Son 7 las unidades de suelos dominantes en el Municipio la relación de la superficie que cubren, se observa en la gráfica respectiva.

Cada unidad de suelos está caracterizada por un conjunto de propiedades medibles y observables, las cuales reflejan los efectos de los procesos dominantes de formación de suelos y que al mismo tiempo son importantes para predecir el comportamiento del suelo bajo diferentes prácticas de manejo.

PHAEOZEM.- (del griego phaios, oscuro y del ruso zemlja, tierra; aplicado a los suelos ricos en materia orgánica y que tienen una superficie de color oscuro).

Es la unidad de suelos que mayor superficie abarca en el Municipio; no se en cuenta distribuido homogeneamente, en la zona plana (valle de San Luis de la Paz) - predomina el tipo denominado Phaeozem lúvico, que es un suelo que presenta una acu- mulación incipiente de arcilla; presenta un horizonte A melánico, este horizonte es carac- terístico de las superficies cultivables, pues los primeros 18 cm. han sido mezclados por el arado; color gris oscuro, estructura columnar grande, consistencia dura, textura arc- llosa, poca porosidad, permeabilidad impermeable y el drenaje es deficiente.

Generalmente este tipo de suelos no tienen limitaciones importantes para su - explotación; teniendo riego los cultivos obtenibles son muy variados, dependiendo prin- cipalmente de la adaptación de los cultivos a las condiciones climatológicas.

Otras áreas en donde se localiza Phaeozem, están al norte y este del Munici- pio; aquí hay zonas con Phaeozem háplico, que es un suelo con acumulación calcárea- moderada, por lo general abajo del horizonte A. Al este de la cabecera municipal - (Manzanares, Corazón de Jesús, etc.) se presentan acomulaciones de carbonato de cal- cio en la superficie, puesta al descubierto por la erosión.

Estas tierras han sido abandonadas a pesar de que son susceptibles de cultivar se, aunque es necesario el riego y en esta zona no está registrado pozo alguno.

LITOSOL.- (Del griego lithos, piedra; aplicada a los suelos con piedra dura- a una profundidad muy superficial).

Estos suelos están limitados en profundidad por una roca dura, continua y coherente dentro de los primeros 25 cm. de la superficie. también se presentan capas cal cáreas o concreciones cementadas a la misma profundidad.

En el Municipio se localizan en el centro y norte, donde hay zonas abruptas, de tipografía accidentadas, propias de los Litosoles; todas estas áreas son susceptibles a la erosión.

Definitivamente estos suelos no son aptos para la agricultura.

LUVISOL. - (del latín luvi, lavar; del latín argilla, arcilla blanca; del latín il, dentro; aplicado a suelos que tienen acumulación iluvial de arcilla).

Se localizan en el norte del Municipio, en la zona conocida como de las "mesas". Predominan los Luvisoles crómicos, que son suelos de color rojo intenso, adecuados para la explotación forestal.

Estos suelos tienen a veces un horizonte A pálido, de color muy claro, muy bajo en carbón orgánico; o un horizonte A sómbrico, que es el predominante aquí, este horizonte es oscuro y denso, es a la vez duro y masivo cuando esta seco.

Se encuentra por lo general un horizonte B argilúvico, que es el que contiene arcilla iluvial laminada y reticulada, (traducción de "i LLuvial Layer-lattice clays") .

Los Luvisoles son de fertilidad media; en esta zona abundan las pendientes pronunciadas, el drenaje interno tiene tendencia a deficiente y son susceptibles a la ero

sión. Si bien la explotación silvícola es lo recomendable, también se pueden utilizar para cultivos a través de intensa fertilización permanente.

VERTISOL. - (del latín *verto*, *voltear*; connotativo de suelos que se encuentran en constante movimiento, por el tipo de agrietamiento que se forma).

Se localiza en las partes planas (valle de San Luis de la Paz); estos suelos son de textura arcillosa y pesada que se agrietan notablemente cuando se secan. Tienen dificultades en su labranza, pero son adecuados para una gran variedad de cultivos, siempre y cuando se controle la cantidad de agua para que no se inunden o sequen.

Abajo de los primeros 20 cm. (arados) tienen un 30% o más de arcilla en todos los horizontes; si falta el riego, en algunos periodos de sequía, presentan grietas de un mínimo de 1cm. de ancho a una profundidad de 50 cm. Predominan los Vertisoles pélicos, que presentan un color oscuro en la superficie.

CASTAÑOZEM. - (del latín *castaneo*, *castaño*; y del ruso *zemlja*, *tierras*; - aplicado a suelos ricos en materia orgánica y que tienen un tinte café o castaño en la superficie).

Se localizan también en la parte del valle; son suelos de alta productividad agrícola o prático; predominan los Castañozems lúvicos, que tienen acumulaciones iluviales de arcilla.

Por lo general a una profundidad de por lo menos 15 cm., tienen un horizonte A mólico, que es de color pardo oscuro y con algunas acumulaciones calcáreas; tienen

un horizonte B argílico, susceptible de salinizarse o saturarse con sodio, sobre todo si se riega con agua de mala calidad.

También se encuentran Castañozems cálcicos (área de la localidad de Lourdes), que tienen un horizonte cálcico, con concentraciones de caliza pulverulenta dentro de los primeros 125 cm. de la superficie.

En la superficie presentan mayor contenido de materia orgánica que otros tipos de suelos bajo las mismas condiciones climáticas. Para su explotación agrícola requieren de riego.

REGOSOL. - (del griego rhegos, manto; connotativo de capa de material suelto que se encuentra arriba de la corteza terrestre; suelos no desarrollados o débilmente desarrollados).

Estos suelos se localizan en pequeñas áreas en el centro y norte del Municipio. Son suelos formados por material suelto que no sea aluvial reciente, como dunas, cenizas volcánicas, playas, etc.

Generalmente no tienen horizonte de diagnóstico, salvo en algunas ocasiones un A ócrico (capa superficial de color claro pobre en materia orgánica).

Su uso es muy variable según su origen; tienen una baja retención de humedad, baja fertilidad y son fácilmente erosionable.

Se utilizan para diversos cultivos y están enclavados en zonas de temporal únicamente.

CAMBISOL.- (del latín *cambiare*, cambio; aplicado a suelos en los cuales se han llevado a cabo cambios en el color, estructura y consistencia como resultado del proceso de intemperismo in situ).

Se ubican en el norte del Municipio, son Cambisoles eútricos (del griego *eu*, - bueno; *eutrophic*, fértil); agrícolamente aprovechables para cultivos regionales; la productividad agrícola va de moderada a alta, según la fertilización.

Desafortunadamente en el área donde se localizan este tipo de suelos está incomunicada y los cultivos son de manutención.

XEROSOL.- (del griego *xeros*, seco).

Suelos de régimen de humedad árido, se localizan al norte del Municipio en zona de temporal; en condiciones de disponibilidad de agua, son capaces de una elevada producción agrícola.

Son suelos pobres en nitrógeno y tienden a ser salinos, lo más fértiles de los Xerosoles son los que tienen elevado contenido en material calcáreo.

Con este tipo de suelos sucede lo mismo que con los Cambisoles, se encuentran en zonas donde se carece de agua y por lo tanto no pueden ser explotables, y están cubiertos por vegetación natural.

FLUSIVOL.- (del latín *fluvius*, río; connotativo de planicie de inundación y depósitos aluviales.)

Estos suelos están formados por depósitos aluviales recientes y no presentan horizontes de diagnóstico, excepto un horizonte A pálido.

Son muy variables en su fertilidad; los cultivos en los fluvisoles fértiles dependen más del clima que de las características del suelo.

Estos suelos pueden tener problemas de drenaje y de inundaciones periódicas; en el Municipio cuentan con riego y la explotación agrícola es variada y abundante.

GRAFICA DE SUPERFICIES QUE CUBREN LOS  
DISTINTOS TIPOS DE SUELOS, EN EL MUNI-  
CIPIO DE SAN LUIS DE LA PAZ, GUANAJUATO.

Km <sup>2</sup>		%
44	REGOSOL	2.42
48	CAMBISOL	2.64
52	FLUVISOL	2.86
56	XEROSOL	3.08
112	CASTAÑOZEM	6.16
192	LUVISOL	10.57
220	VERTISOL	12.11
476	LITOSOL	26.21
616	PHAEOZEM	33.92
1816 Km <sup>2</sup>		99.97 %

05-19

05-22

05-25

05-28

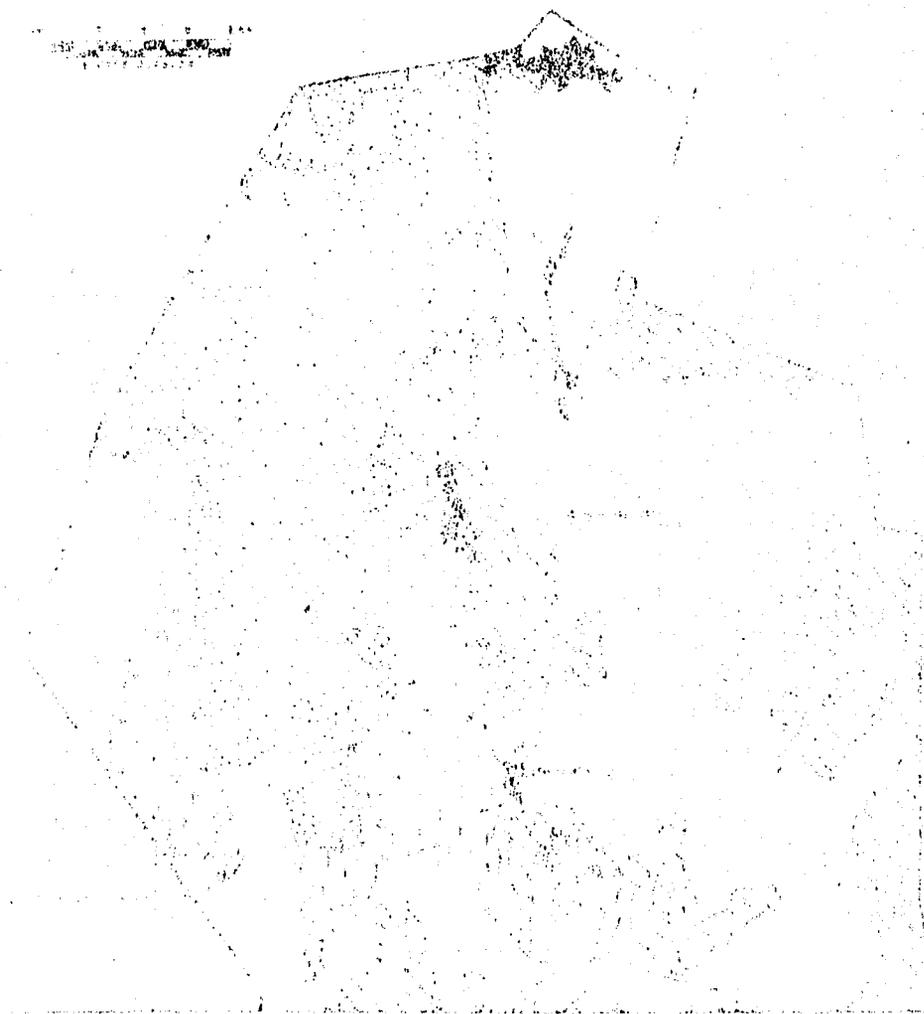
05-31

06-03

100-100000-100

100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100  
 100-100000-100



100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

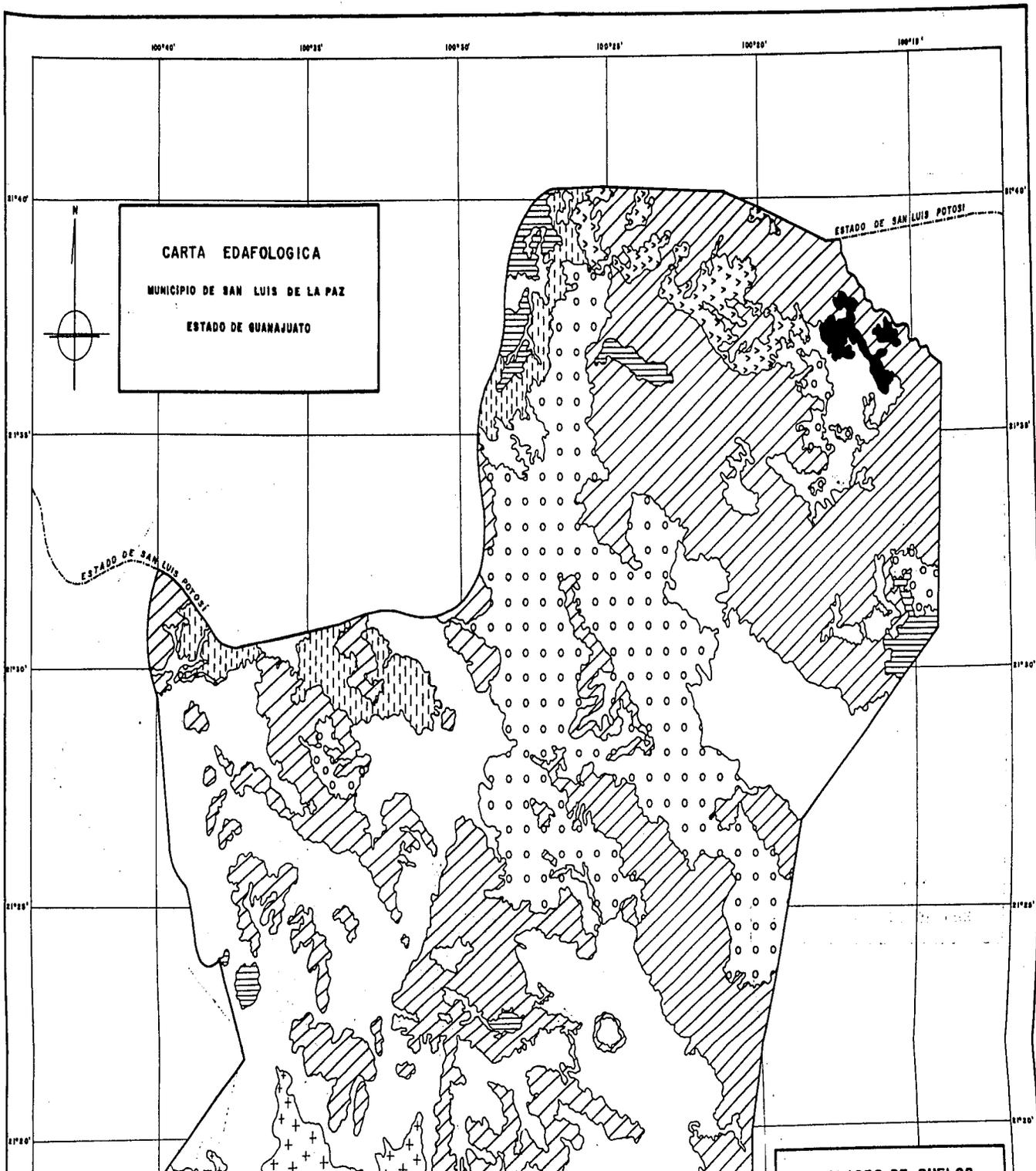
100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100

100-100000-100  
 100-100000-100



J. CARLOS FUENTES 1976

ESCALA GRAFICA  
0 2 4 6 8 Km

FUENTE: CETNAL

SEGUN CLASIFICACION FAO/UNESCO

FLUVISOL



XEROSOL



CAMBISOL



REGOSOL



CASTAÑOZEM



VERTISOL



LUVISOL



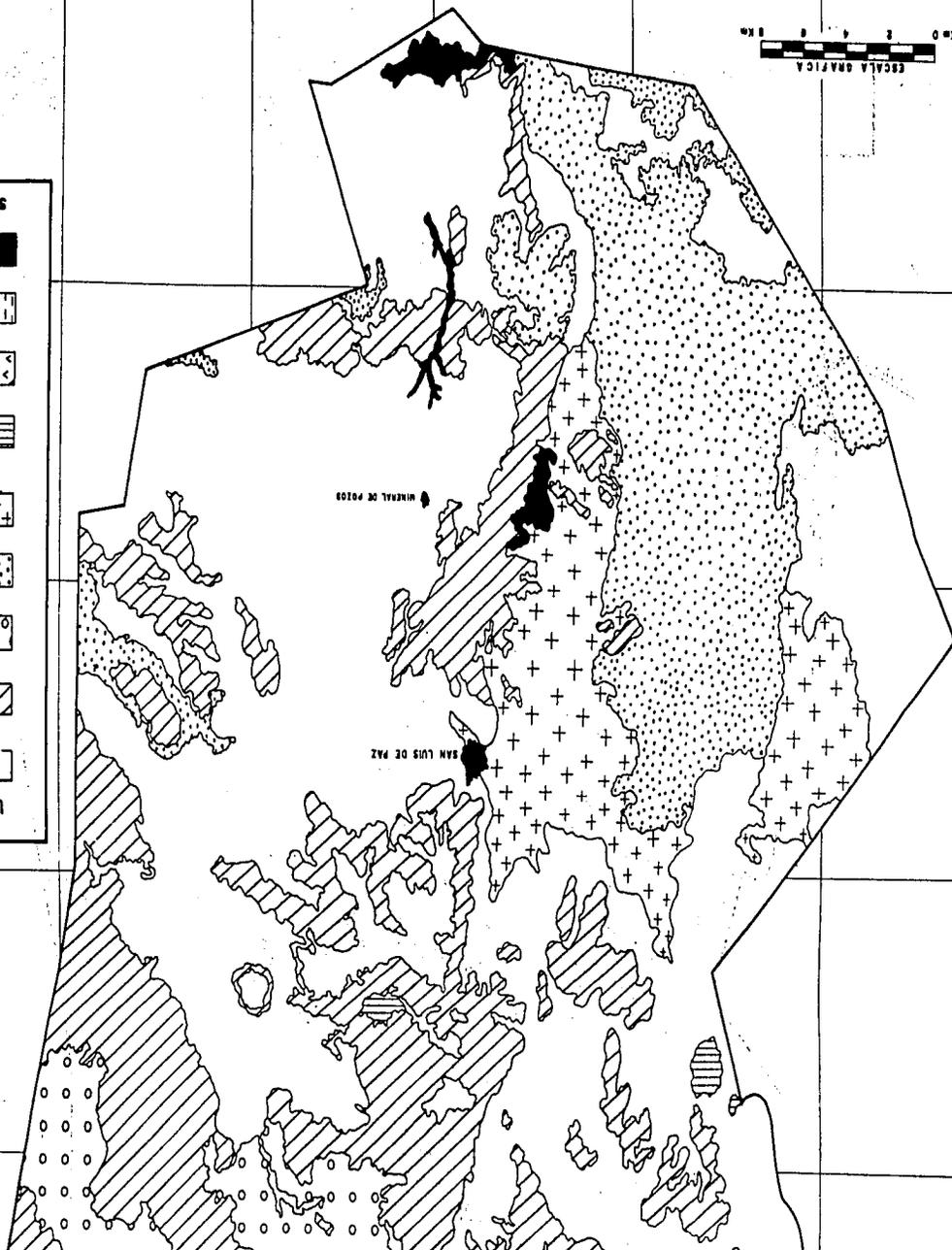
LITOSOL



PHAEZEM



UNIDADES DE SUELOS



## USO POTENCIAL DEL SUELO.

Existe un concepto fundamental que hasta hace poco no se tomaba en cuenta para la planeación agropecuaria del país: el debido uso del suelo; o sea dar a cada hectárea de terreno precisamente el propósito productivo que la naturaleza le ha señalado de acuerdo a los diversos factores que la conforman.

En México es imperiosa la necesidad de ajustar como es debido la agricultura y otras actividades a las condiciones del terreno; una explotación agrícola y ganadera permanente, balanceada y remunerativa, sin que los recursos suelo y flora sufran destrucción o degradación, ya sea total o parcial, ni disminuya tampoco su fertilidad al producir cosechas.

Cuando se habla de que el hombre altera la naturaleza, se refiere el término a las complejas y a la vez delicadas interrelaciones del medio: clima, hidrografía, flora, fauna y suelos; interrelaciones que el hombre no debe alterar desfavorablemente ni tratar de conformar a su capricho para obtener solamente beneficios temporales.

Desafortunadamente, existe desorden en el empleo de la tierra y, por consiguiente, grandes áreas que deberían estar cubiertas de bosques se dedican al cultivo agrícola; otras que sustentan bosques están en proceso de desaparición, pues son talados y destruidos erracionalmente; y muchas superficies con raquíticos pastos son dedicadas al pastoreo, aumentando así la erosión y perdiéndose posteriormente los suelos.

Todo esto ha dado por resultado que grandes zonas del país se encuentren empobrecidas y cada vez sea más difícil la subsistencia del campesino.

Por lo tanto el objetivo que persigue un estudio de la potencialidad de los suelos, es señalar las posibilidades óptimas de desarrollo agropecuario y forestal.

Cabe señalar que el uso propuesto de la tierra está dado bajo la limitante de los factores físicos, lo cual es la base para todo intento de planeación; sin embargo todo uso futuro del suelo, en cualquier lugar y tiempo, resulta de las decisiones basadas sobre la interacción de cinco grupos de factores: medio ambiental, tecnológico, económico, social y político.

El primer grupo comprende los elementos del medio natural: geología, geomorfología, clima, hidrología, suelos, vegetación y fauna. El segundo es el estado de la tecnología como métodos agrícolas o de ingeniería, niveles de mecanización, etc. Las consideraciones económicas son de diferente naturaleza, los factores económicos aparecen como variables dependientes o independientes en el proceso de evaluación; el proceso de la oferta y la demanda de los productos agropecuarios inciden de manera definitiva sobre la utilización del suelo, sea esta correcta o no.

Los factores sociales implican en un amplio sentido las relaciones de los grupos humanos, se consideran los niveles de educación de tenencia de la tierra.

Las consideraciones políticas surgen particularmente en los esfuerzos y regulaciones de la planeación.

La evaluación de la tierra es un vínculo el cual interpreta el medio ambiente físico en términos de sus recursos potenciales.

## SISTEMA DE CLASIFICACION AGROLOGICA.

Se ha considerado que la clasificación agrológica es la mas adecuada ; esta determina la mejor utilización del suelo en función de sus posibilidades o clases de uso, determinadas por las diversas limitantes.

El sistema se maneja en base a 8 clases de suelos, señalando cada clase con un número romano ( I al VIII ).

El número I, señala el suelo con menos limitantes, es decir, con la mayoría de los factores físicos a su favor. Cada disminución de algún factor físico favorable, implica una disminución en las posibilidades de uso de los suelos respecto a la variabilidad y calidad de los posibles cultivos ( aquí, el término "cultivo" implica pastizales y bosques aprovechables).

Esto implica también un cambio en el número, sucesivamente hasta el suelo con más limitantes y nulas probabilidades de cultivarse que es el de clase VIII.

Los factores limitantes a los cultivos para una unidad de suelos son los siguientes:

- 1.- Disponibilidad de agua.
- 2.- Profundidad efectiva del suelo.
- 3.- Pendiente.

- 4.- Alcalinidad-sodicidad.
- 5.- Salinidad.
- 6.- Pedregosidad.
- 7.- Erosión.
- 8.- Inundación.
- 9.- Drenaje.
- 10.- Fijación de fósforo.

Esta lista de factores está ordenada jerárquicamente de acuerdo a las zonas áridas y semi áridas, que son en las que se ubica el Municipio de San Luis de la Paz .

Los factores limitantes no son necesariamente los mismos en diversos climas. - Por ejemplo, el factor sodicidad no figura en el trópico húmedo; y la lixiviación excesiva (desmineralización), propia de los suelos tropicales, no puede producirse en condiciones áridas.

Las limitaciones pueden ser permanentes o temporales; las permanentes son - aquellas que no pueden ser alteradas como el grado de pendiente o la profundidad del suelo; las limitaciones temporales incluyen baja fertilidad del suelo e impedimentos - menores de drenaje, las cuales pueden ser modificadas con el manejo adecuado de la - tierra.

Haciendo una interrelación de todos estos factores, relacionados con el medio ambiente, tenemos la siguiente clasificación agrológica de los suelos del Municipio.

#### CLASE I

Los suelos de clase I se encuentran solamente en el valle entran en esta clasificación a pesar de no contar con corrientes superficiales, pero cuentan con agua de riego extraída de pozos. Son casi planos (pendiente menor al 2%), esta ligera inclinación, casi inapreciable a simple vista, tiene una orientación que va de norte a sur al principio, y al oeste y al sur del Municipio.

Estos suelos tienen un horizonte A gris oscuro, de 1.25 m. de profundidad - en promedio, las raíces de los vegetales se encuentran en el primer horizonte a una profundidad que va de 60 a 80 cm., algunas raíces llegan al segundo horizonte.

Los peligros de la erosión hídrica o eólica son mínimos, dado su situación y pendiente; su profundidad los hace fáciles de trabajar; tienen buena capacidad de retención de humedad y tienen también una alta respuesta a la aplicación de fertilizantes. - (figura 17).

Las limitaciones del clima han sido superadas por los trabajos de irrigación, relativamente permanentes. No hay problemas de obstrucciones\*, pues estas ocupan menos del 5% en el área.

---

(\*).- Las obstrucciones son las piedras cuyo diámetro es mayor a los 7.5 cm., y se considera la densidad con que cubren los terrenos.

Como estos suelos son de textura arcillosa, su drenaje tiende a ser deficiente, pero se compensa el posible peligro de estancamiento de agua o inundaciones por las condiciones climáticas e hidrológicas de la zona.

Los suelos que se localizan en este tipo de climas, enfrentan el peligro de la salinidad o sodicidad, pues debido a la intensa movilidad de los minerales, de acuerdo a las fluctuaciones estacionales, que inciden en la intensidad y frecuencia de la precipitación pluvial lo que en esta área hace que tales elementos presenten un cuadro muy dinámico; pero según datos de CETENAL, hay en estos suelos una conductividad en mmhos/cm de 0-2, lo que los mantiene dentro de los rangos aceptados para la clase I.

La alcalinidad del suelo se debe a la presencia de compuestos como el  $\text{CaCO}_3$  que puede producir valores de PH de hasta 8.5, también las sales de Sodio provocan esto. Se ha determinado que el PH se valore según la presencia de carbonatos, y que la profundidad estimada se a de 0 a 75 cm., que abarca la mayor parte del sistema radicular de muchos cultivos.

El PH detectado en los suelos de clase I en esta área es de  $<7.5$ .

Todos estos suelos se utilizan para fines agrícolas; en este sentido el uso es el adecuado; se propone esta clase las prácticas de manejo comunes para mantener la productividad, fertilidad y estructura del suelo. Tales prácticas pueden incluir el uso de una o más de las siguientes: fertilizantes y encalados, cultivos de cobertura o abonos verdes, incorporación de residuos de cosechas y estercoladuras, así como rotaciones de -



Fig. 17.- Suelos clase I; en el valle de San Luis - de la Paz, son planos, cuentan con riego y su productividad es alta.



Fig. 18.- Suelos clase II; se localizan también en el - valle, su utilización para pastizales resulta excelente, cuentan con riego, aunque su textura es arcillosa y el -- drenaje algo deficiente.

los cultivos adaptados a la zona.

## CLASE II

La tierra de la clase II es apropiada para cultivar con métodos sencillos en forma permanente. Estos suelos son fértiles, pero condicionados por ciertas características físicas que hacen que no sean tan excelentes como los de clase I.

Estos suelos también se encuentran en las partes planas, la disponibilidad de agua es buena ya también cuentan con pozos que los abastecen. (figura 18).

En estos suelos el horizonte A tiene un espesor de 80 cm. a 1 m., color gris oscuro y en algunos casos muy claro; la textura es migajón-arcillosa-limoso, de poca porosidad. La pendiente va del 2 al 6%, y el porcentaje de obstrucción es de un 10% del área.

La salinidad es mayor que en la clase I, pero esta solo restringe a cultivos muy sensibles; el PH registrado es de 7.5.

Otro aspecto que coloca a estos suelos en clase II, es su drenaje interno que es deficiente; su textura arcillosa (más del 35% de arcilla) ocasiona mayores esfuerzos mecánicos y económicos, que limitan la producción de algunos cultivos.

Los suelos de esta clase requieren un manejo cuidadoso, incluyendo prácticas de conservación para prevenir su deterioro y para mejorar las relaciones agua-aire.

Estas clase de suelo, hace que al agricultor tenga menor amplitud para selec-

cionar sus cultivos. Este tipo II, requieren de las siguientes prácticas: cultivos en fa-  
jas, cultivos en contorno, rotaciones de cultivos que incluyan pastos y leguminosas, cul-  
tivos de cobertura, cubiertas de rastrojos, fertilizantes y estercoladuras.

### CLASE III

Comprenden tierras moderadamente buenas para el cultivo, pero tienen restric-  
ciones de tal naturaleza, que requieren de un tratamiento intensivo de alguna clase.

Estos suelos se utilizan agrícolamente en el Municipio, lo que hace que las -  
prácticas de conservación sean más difíciles de aplicar y mantener. (figura 19)

Hay necesidad de riego durante todo el año, pero prospera la agricultura de-  
temporal; la pendiente va del 6 al 10%; la profundidad promedio es entre 30 y 50 cm.  
El horizonte A tiene un espesor de 15 cm., de color gris-amarillento claro en algunos -  
casos obscuro; textura migajón-arenoso, estructura amorfa, consistencia suave, permea-  
bilidad y porosidad normales buen drenaje.

El espesor del horizonte B, es de 30 cm., color gris claro, textura migajón -  
arcilloso, estructura granular, consistencia media, permeabilidad y porosidad normales, -  
buen drenaje.

La formación de estos suelos se considera de origen aluvial y su fertilidad es  
media. La vegetación natural en estos suelos, suele ser raquítica por las condiciones -  
climáticas.

Las obstrucciones, en algunas áreas de estos suelos llegan al 15%, lo que ya dificulta las labores agrícolas.

Debido a los grados de pendientes en que se encuentran estos suelos, la erosión ya incide de manera importante; existe erosión laminar moderada con pérdidas del 50 al 75% del horizonte A, además hay surcos en formación.

Requieren rotaciones extensas de cultivos, terrazas, cultivos en fajas y cultivos en contorno. Se debe tratar que estos terrenos tengan una cobertura vegetal permanente, fertilizante y abonos cuantiosos.

#### CLASE IV

Estos suelos son la última clase que se puede cultivar, tienen limitaciones estrictas, restringen la elección de cultivos y requieren de un manejo muy cuidadoso; no son adecuados para la obtención normal de cosechas. (figura 20).

Hay necesidad de riego todo el año, aunque en la zona son viables las cosechas temporales, además de que no hay posibilidades de riego de auxilio. Los coeficientes de agostadero de los pastizales son muy bajos.

La pendiente fluctúa entre 10 y 15%; la profundidad del suelo varía entre 25 y 35 cm. El horizonte A tiene un espesor de 10cm. de color café oscuro; la textura es migajón arcillosa, estructura granular, porosidad normal y buen drenaje.

El horizonte B, cuando existe, es de un espesor promedio de 30cm., color blanco amarillento, textura caliza, sin estructura, consistencia dura, impermeable, no-

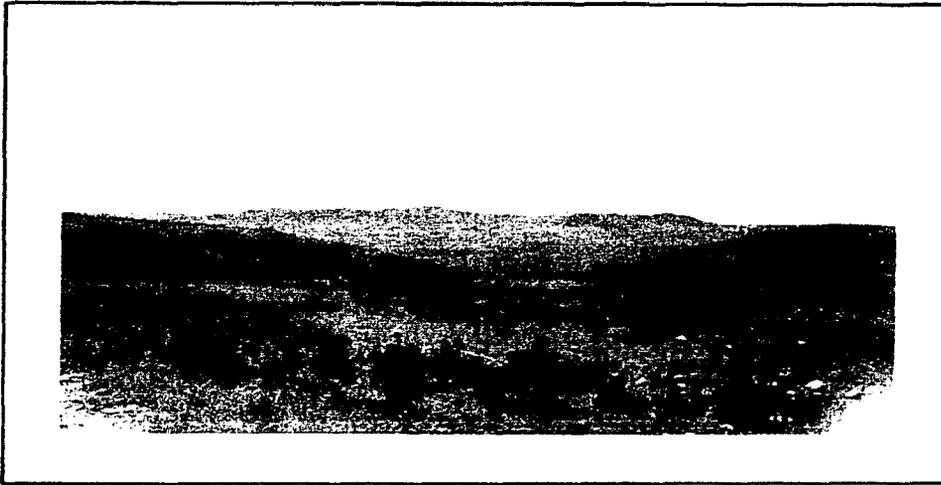


Fig. 19.- Suelos clase III; la pendiente va del 6 al - 10 %, las obstrucciones ya dificultan las labores agrícolas, pero son aceptables los cultivos.

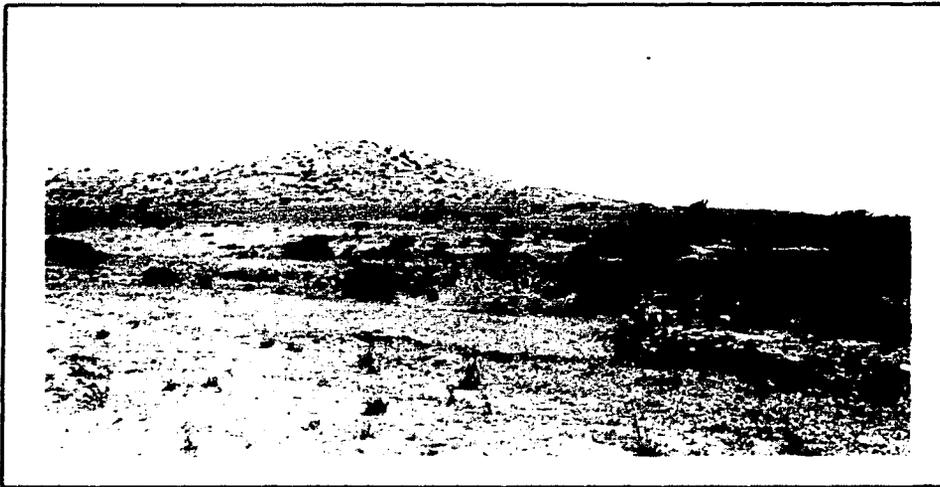


Fig. 20.- Suelos clase IV; carecen de riego y las obstrucciones son densas en algunas áreas; no son adecuados para la obtención normal de cosechas.

tiene porosidad, y el drenaje es malo.

En algunas áreas las obstrucciones eliminan toda posibilidad de utilizar maquinaria agrícola, pero es posible la agricultura sin mecanización.

La erosión es laminar fuerte con pérdidas del 75 a 100% del horizonte A; además hay surcos profundos.

Estos suelos solo pueden ser convenientes para agricultura limitada a 2 o 3 cultivos comunes, o las cosechas producidas pueden ser bajas en relación a los beneficios obtenidos durante un largo periodo de tiempo. En términos generales estos suelos se pueden cultivar periódicamente, por ejemplo: un año de cada seis, y en los demás años, su mejor uso es para agostadero y pastizal.

Como la región es semiárida, es aceptable que se siembren cultivos forrajeros, pero alrededor de estos se deben sembrar pastos; como es baja la precipitación, el suelo debe ser protegido aún cuando haya poca o nula posibilidad de obtener cosechas rentables.

Todas las prácticas son obligatorias; además todos los tratamientos deben ser aplicados más frecuentemente o más intensivamente que en los suelos de clase III.

#### CLASE V

Son tierras limitadas en su uso, no convenientes para la agricultura. Las pendientes son mayores al 15% , y en ocasiones exageradas (hasta del 25% ); las obstruc

ciones abarca, del 35 al 50% del área, por lo que su uso debe limitarse a pastizales o a vegetación natural. (figura 21)

En algunas zonas la caliza aflora, formando en la superficie una costra cementada (calci-saxum) que hace al terreno impermeable e improductivo independientemente de que exista pendiente pronunciada o no.

La conductibilidad registrada es de 16 mmhos/cm., lo que indica un elevado grado de salinidad, por lo que no hay posibilidades de cultivos económicos, pero pueden aprovecharse los pastos halófitos y algunos matorrales.

La erosión es laminar muy fuerte con pérdidas del horizonte B, y hay cárcavas en formación.

Hay zonas en que la cubierta vegetal está en buenas condiciones por lo que no requiere de prácticas o restricciones de carácter especial, pero es necesario evitar incendios y planear la superficie de pastoreo de acuerdo a la capacidad de cada unidad de agostadero.

## CLASE VI

Estas tierras no son adecuadas ni apreciables para cultivo alguno, y su uso está limitado a bosques y pastizales; la pendiente varía de moderada hasta muy pronunciada, pero como por lo general son zonas altas, están expuestas a la erosión, sobre todo por que su capa superficial es poco profunda y hay excesivos cortes que han incidido el terreno, ocasionados por las corrientes de agua, y es imposible hacerlas labora-



Fig. 21.- Suelos clase V; pendientes mayores al 15% la pedregosidad es alta y la erosión laminar es fuerte con surcos profundos.



Fig. 22.- Suelos clase VI; inútiles para cultivos, solo aptos para pastizales, pero debe ser distribuido convenientemente el ganado.

bles.

Aquí son necesarias prácticas de conservación estrictas, por ejemplo la exclusión total del ganado donde el pastoreo ha sido excesivo.

Estos suelos tienen limitaciones continuadas que no pueden ser corregidas: pendientes pronunciadas, peligro a la erosión severa, efectos de erosión anterior, pedregosidad, zona radicular de poca profundidad, baja capacidad de retención de humedad, salinidad o sodicidad, clima severo. (figura 22)

Aquí son necesarias alambradas, distribución conveniente del ganado, usar surcos a nivel, camellones y canalizaciones, para esparcir el agua y aumentar el crecimiento de los pastos.

## CLASE VII

Este tipo de suelos no solo son inadecuados para cultivo alguno, sino que tienen graves limitaciones para agostadero ó explotación forestal, por lo que requieren de cuidado excesivo.

El temporal es muy azaroso y no hay posibilidades de riego en ninguna época del año; solo hay posibilidades de pastoreo y romoneo, siendo muy bajos los coeficientes de agostadero. Es apropiado el aprovechamiento de los matorrales desérticos para ramoneo. (figura 23)

Las pendientes en algunos lugares son del 100%, siendo otras de un 40%; las obstrucciones abarcan del 40 al 90%; la erosión es laminar muy severa, con pérdidas de hasta el 100% del horizonte B y hay acarreamiento profundo a menos de 100 m de separación.

En esta región seca, los suelos están expuestos a la erosión eólica, por lo que hay que conservar a como de lugar una superficie vegetal permanente, y aplicar técnicas de reforestación inmediatas. Algunas áreas de estos suelos necesitan resiembras o plantaciones para proteger el suelo y prevenir el deterioro de superficies continuas.

#### CLASE VIII

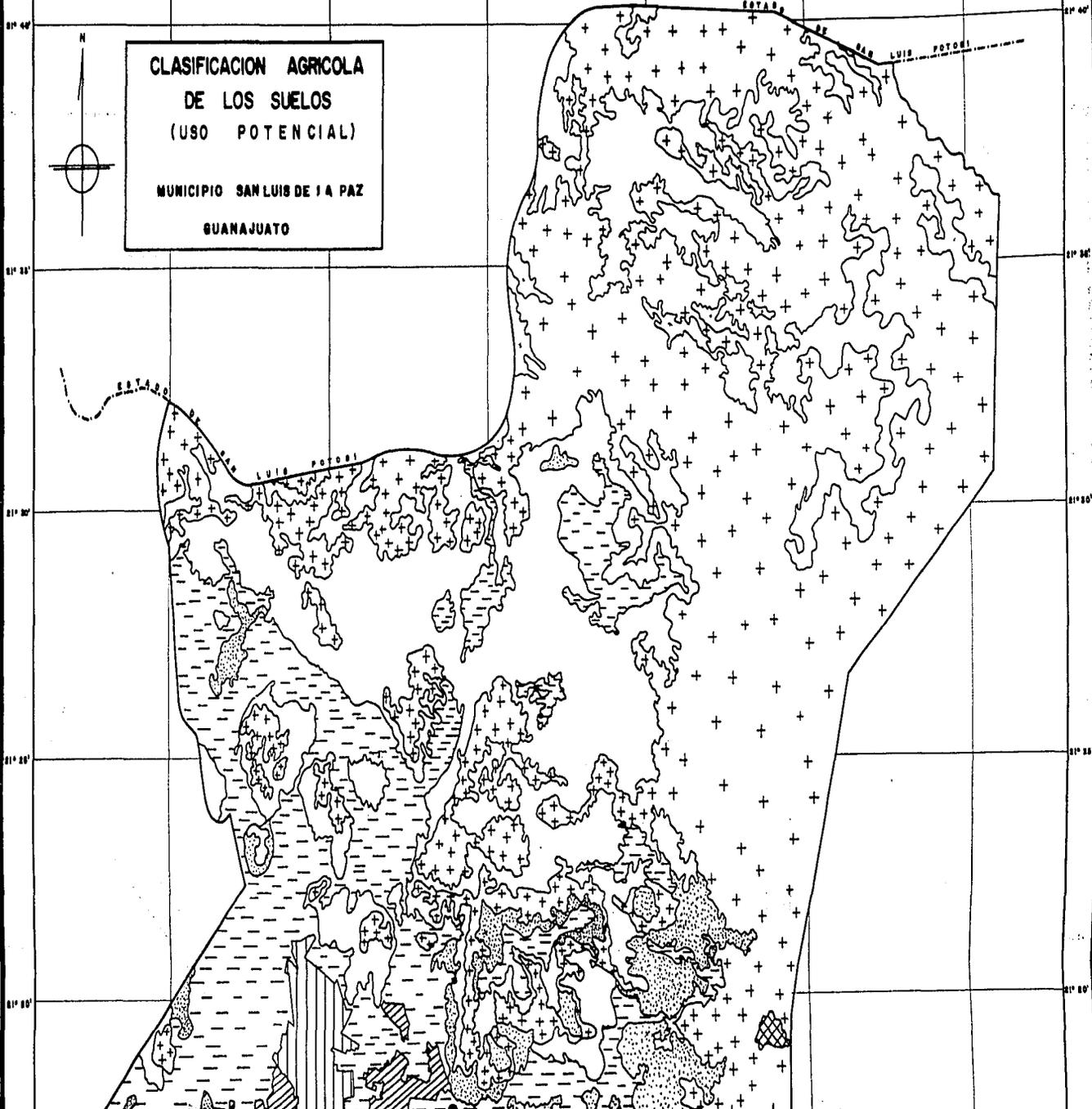
Estos suelos ocupan el último lugar en la escala de capacidad agrológica, por lo que son totalmente inútiles para los cultivos. Además restringen el uso para recreación, vida silvestre, abastecimientos de agua o propósitos estéticos.

Los resultados y geoformas de esta clase no pueden reportar beneficios directos, locales y significativos al mejorarlos para cultivarlos, poner pastos o sembrar árboles; aunque puede ser posible obtener beneficios de su uso para la vida silvestre, protección de cuencas o recreación.

Generalmente, la pendiente es del 100%, las obstrucciones cubren más del 90% del área. La erosión es absoluta con pérdida total del suelo. (figura 24)

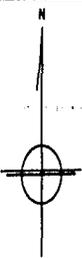
En esta clase se incluyen los afloramientos rocosos, los cauces de los ríos, los lugares ocupados por desechos de minas, y otras tierras desnudas y estériles.

100°40' 100°30' 100°20' 100°10' 100°00'



**CLASIFICACION AGRICOLA  
DE LOS SUELOS  
(USO POTENCIAL)**

**MUNICIPIO SAN LUIS DE LA PAZ  
GUANAJUATO**





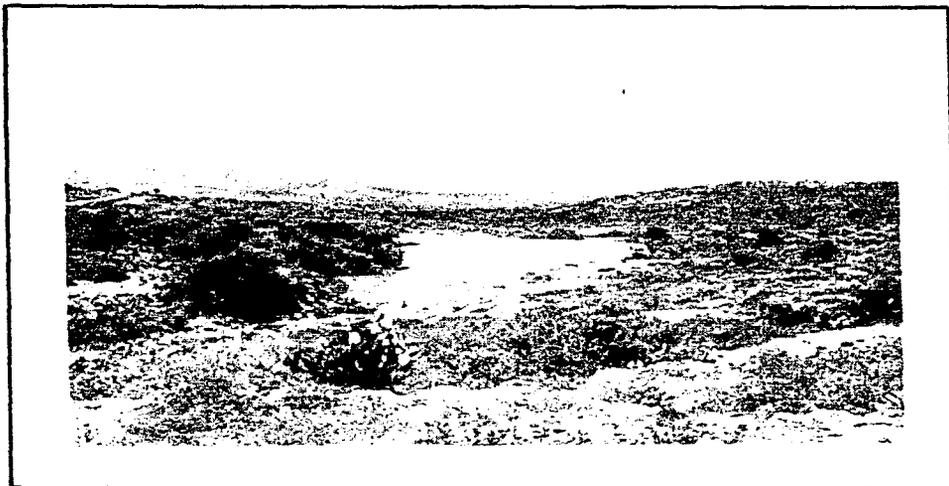


Fig. 23.- Suelos clase VII; con limitantes graves - para agostadero o explotación forestal, requieren de prácticas de conservación urgentes.



Fig. 24.- Suelos clase VIII; inútiles en ocasiones hasta para la vida silvestre, requieren de una reforestación intensiva, pedregosidad hasta del 100 %.

# CLASIFICACION DE ACUERDO A LA CAPACIDAD AGROLOGICA DEL SUELO

(INTENSIDAD CON QUE PUEDE EXPLOTARSE CADA CLASE DE SUELO  
SEGUN SU CAPACIDAD TOTAL DE PRODUCCION).

LIMITACIONES AUMENTADAS Y CASOS	ADAPTABILIDAD DISMINUIDA Y LIBERTAD EN LA ELECCION DE USOS	CLASE DE CAPACIDAD DEL TERRENO	VEGETACION SALVAJE	BOSQUE	PASTIZAL			CULTIVO			
					LIMITADA	MODERADA	INTENSA	LIMITADO	MODERADO	INTENSO	MUY INTENSO
		I	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		II	X	X	X	X	X	X	X	X	
		III	X	X	X	X	X	X	X		
		IV	X	X	X	X	X	X			
		V	X	X	X	X	X				
		VI	X	X	X	X					
		VII	X	X	X						
		VIII	X								

SUELOS CLASE "A", CULTIVABLES (I, II y III)

SUELOS CLASE "B", CULTIVABLES CON LIMITACIONES (IV)

SUELOS CLASE "C", NO CULTIVABLES PERO - ADMITEN VEGETACION PERMANENTE (V, VI y VII)

SUELOS CLASE "D" DEBEN CONSERVARSE EN - ESTADO NATURAL (VIII)

Investigó: Carlos Fuentes Olvera  
Dibujó: Humberto Robles Ubaldo

Las prácticas de conservación en estos suelos, son necesarios para protección - de otros suelos más valiosos; se debe establecer vegetación y controlar los escurrimientos - para preservación y utilización del agua.



## NOTAS

En relación a uno de los factores limitantes para la capacidad agrológica de los suelos, está la fijación del fósforo.

Un suelo entre más alto porcentaje de fósforo fije, lo deja inasimilable, al menos en parte, para muchas plantas cultivadas y no cultivadas, y este fenómeno tiene diversas causas.

Una es la presencia del carbonato de calcio en cantidades excesivas, otra la del aluminio intercambiable y otra la presencia de materiales coloidales fuertemente fijadores del fósforo en suelos reciente derivados de cenizas volcánicas.

La siguiente tabla muestra la relación entre los distintos rangos de los suelos y la capacidad de fijación del fósforo:

CLASE I	La fijación del fósforo por el suelo es poca o nula, no llegando a sobrepasar el 10% del fósforo aplicado como fertilizante.
CLASE II	El suelo fija del 10 al 25% del fósforo aplicado.
CLASE III	El suelo fija del 25 al 50% del fósforo aplicado.
CLASE IV	El suelo fija del 50 al 75% del fósforo aplicado.
CLASE V	El suelo fija más del 75% del fósforo aplicado.

La fijación del fósforo por si solo, no demerita ni inutiliza a los suelos con -  
pastizales o de bosques; por estas razones no se incluyen las clases VI, VII y VIII.

El tipo de proceso erosivos que se toman en cuentan para determinar el rango  
de los suelos son dos: el laminar hídrico, y el que se desarrolla por labrado de surcos -  
y cárcavas.

El primero se estima en base a la pérdida de arriba abajo de los horizontes -  
del suelo, (para suelos carentes de horizonte Ay B como algunos Fluvisoles, Regosoles, -  
Yermosoles, etc.) la profundidad 0 a 30 cm., se considera equivalente a un horizonte -  
A, y de 30 a 100 cm. a un horizonte B.

En la clasificación agrológica, no se toma en cuenta la erosión eólica debido  
a las dificultades para fijar los parámetros.

Para distinguir la terminología aplicada a surcos y cárcavas, se han estable--  
cido medidas en las incisiones que la erosión ha provocado.

Surco medio:	profundidad 8 a 15 cm.
Surco profundo:	profundidad 15 a 30 cm.
Cárcava en formación:	profundidad 30 a 50 cm.
Cárcava media:	profundidad 50 a 100cm.
Cárcava profunda:	profundidad más de 100 cm.

## C O N S I D E R A C I O N E S

Cuando se realiza un estudio de los Recursos Naturales de una región, con el fin de ofrecer recomendaciones que sirvan de base para la planeación del desarrollo de esa zona, por lo que toca a la conservación y explotación de tales recursos, y si se tiene en cuenta además el buen uso y manejo de los recursos básicos suelo y agua; es muy difícil no caer en contradicción con algunos principios sociológicos, en particular de tradición, económicos y políticos.

El Geógrafo emite sus opiniones basado en fenómenos de la naturaleza e indica lo que es adecuado en principio; toca a los funcionarios, sociólogos y economistas, valorarlas, ver las posibilidades y disponer su ejecución.

B I B L I O G R A F I A .

- Bennett H. "Elementos de Conservación del Suelo"  
Fondo de Cultura Económica. México,  
1965.
- B. Foster A. "Métodos aprobados en Conservación de  
Suelos". Edit. Trillas. México, 1967.
- Blacno Gonzalo M. "La Conservación del Suelo y el Agua  
en México". Instituto Mexicano de  
Recursos Naturales Renovables. México,  
1966.
- CETENAL "Clasificación de suelos FAO/UNESCO".  
Secretaría de la Presidencia. México,  
1970.
- CETENAL "Clasificación de Tierras para Uso Poten-  
cial". Secretaría de la Presidencia.  
México, 1973.
- Dudal R. "Definiciones de las Unidades de Suelos  
para el Mapa de Suelos del Mundo" Pro-  
yecto FAO/UNESCO. S.R.H. México,  
1973.

- Flores Mata G. "Tipos de Vegetación de la República Mexicana" . S.R.H. Dirección de Agrología. México, 1971.
- Flores Edmundo "La Significación de los Cambios del Uso de la Tierra en el Desarrollo Económico de México". El Trimestre Económico, Vol. XXVII, No. 105, pp. 1-14 México, 1960.
- I.R.N.R. "Mesas Redondas sobre Utilización y Conservación - del Suelo en México". Instituto de Recursos Naturales Renovables". México, 1969.
- Klingebiel A.A. "Clasificación de Capacidad de Uso de la Tierra". S.R.H. Dirección de Agrología. México, 1975.
- Salgado Pérez F. "Dinámica de la Conservación del Suelo y del Agua en México". Secretaría de Agricultura y Ganadería México, 1961.
- S.A.G. "Instructivo para el Personal Técnico de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, 1972.
- S.R.H. "Descripción y Mapa de las Unidades de Suelos de la República Mexicana, Según el Sistema FAO/UNESCO". (3er. intento), S.R.H. México, 1972.

S.R.H.

"Informe Final del Estudio de la Cuenca Grande del Río de la Laja". Dirección de Aguas Subterráneas, S.R.H. México, 1971.

U.N.A.M.

"Memoria del Coloquio sobre Planificación Regional". Instituto de Geografía, UNAM. México, 1972.

Urdiales Ramos G.

"Estudio Climatológico del Noreste del Estado de Guanajuato". Tesis. México, 1976.

Valdez Gutierrez

"Estudio Ecológico de la Vegetación de la Cuenca Alta del Río de la Laja". Instituto de Biología, UNAM. México, 1973.