

## METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS GEOGRÁFICO DE LA ZONA DE SAN JUAN RAYA

(Municipio de Zapotitlán, Puebla)

### RESUMEN

En este trabajo se presenta una metodología geográfica que tiene como finalidad fundamental la evaluación de los recursos naturales de la zona para que pueda proyectarse, en forma planificada, su desarrollo futuro.

### ABSTRACT

An assessment of the natural resources of San Juan Raya, Puebla, is presented using a geographical methodology. Future planning and development may thus be based in studies of this type.

## METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS GEOGRÁFICO DE LA ZONA DE SAN JUAN RAYA

(Municipio de Zapotitlán, Puebla)

Por *Luis Fuentes Aguilar, Rubén López Recéndez  
y Consuelo Soto Mora*

### PRESENTACIÓN

Existe en la naturaleza una constante interacción, tanto entre los individuos y el medio ambiente que los rodea, como entre ellos mismos. Esta interacción es el producto de una historia evolutiva que empezó al aparecer la vida sobre la tierra. En el mundo actual, el estudio de estas interacciones ha alcanzado gran importancia, ya que la vida misma del hombre sobre la tierra dependerá del entendimiento y planeación del papel que éste juega en la intrincada red de relaciones con su medio ambiente.

Las necesidades materiales y los intereses culturales de la humanidad aumentan constantemente, así como el progreso de la técnica para la explotación de los recursos naturales. De esto resulta que la precisión y el nivel científico de las investigaciones geográficas deben ser cada día mayores.

En la actualidad, para hacer una descripción geográfica suficientemente precisa y completa de un territorio, capaz de satisfacer las exigencias prácticas y por tanto de explicar científicamente las particularidades geográficas, es necesario tener conocimientos variados y profundos, así como de disponer de numerosos métodos especiales de investigación en el terreno y en el laboratorio. Esto no puede realizarse dentro

del cuadro de una sola disciplina, ni por un solo geógrafo.

En la etapa actual del desarrollo de la Geografía, esto se transforma en todo un sistema de ciencias y ha llegado a ser necesario el trabajo de equipo de geógrafos de diversas especialidades que colaboran según un plan único.

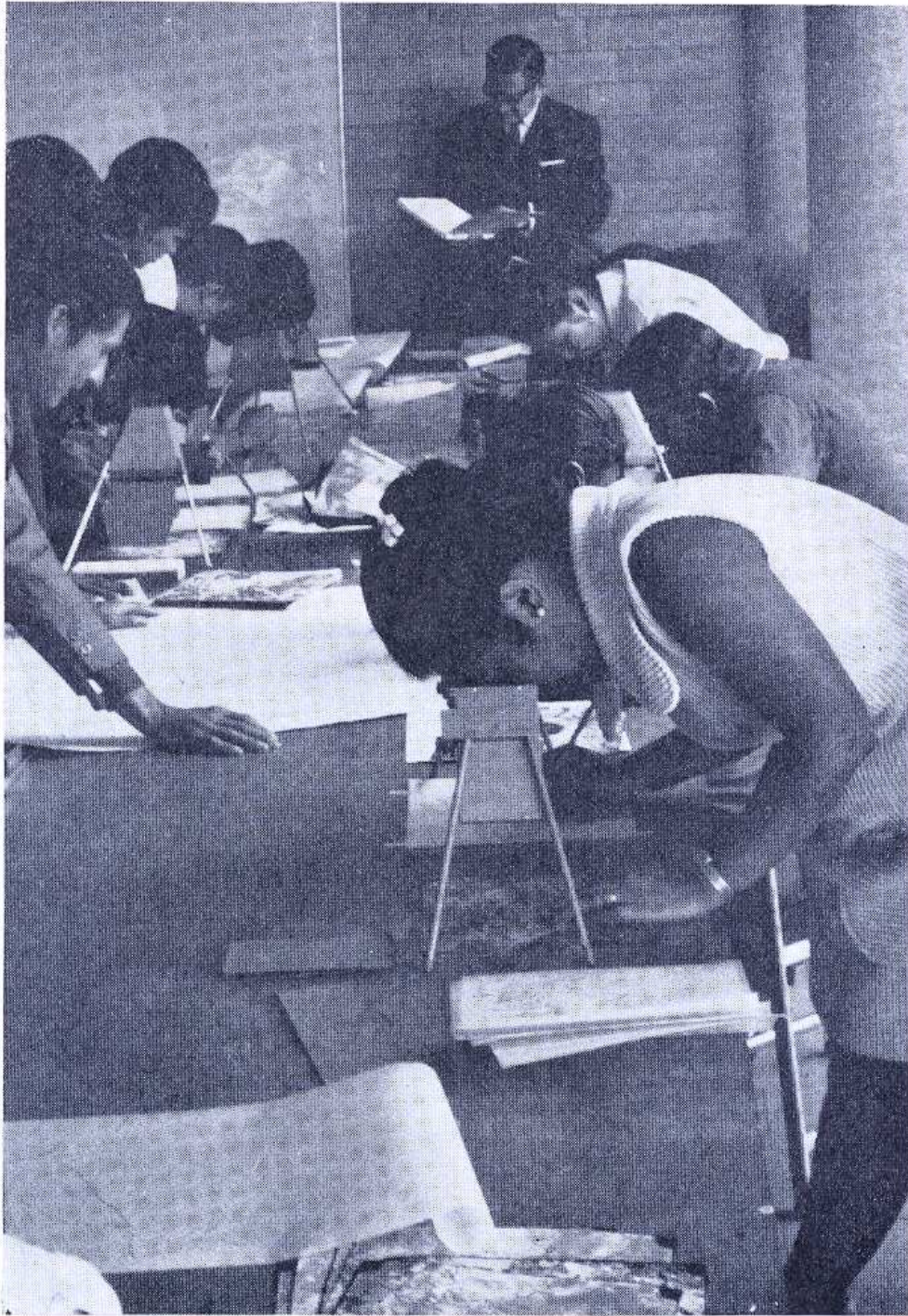
No obstante, todas las disciplinas forman parte de un sistema de ciencias geográficas, íntimamente ligadas entre sí constituyendo un conjunto coherente.

La unidad de este conjunto se basa en las relaciones estrechas entre todos los hechos y fenómenos estudiados por la Geografía. Estos constituyen el *medio geográfico natural*, esto es, el conjunto de hechos que nos rodean así como los fenómenos naturales que tienen lugar sobre la superficie de la tierra, la población y sus actividades sociales y productoras y las relaciones del medio físico con la producción y la vida humana.

De esto resulta que el trabajo científico, en el dominio de la Geografía Física debe basarse, sobre todo, en el ámbito de las ciencias naturales comprendiendo los últimos descubrimientos que se han realizado.

Por otra parte, el estudio de las leyes de la evolución de la sociedad y el papel del medio geográfico en la producción, son los fundamentos de la teoría de la Geografía Econó-





Geógrafos preparando el trabajo preliminar sobre fotografías aéreas.



mica y de la Geografía de la Población que estudia la sociedad humana, las particularidades de su actividad productiva y sus relaciones con el medio geográfico.

La Geografía Humana toma como centro al hombre, al cual considera como el principal recurso de un país y por el cual adquieren valor los otros recursos.

No se puede concebir, actualmente, ningún estudio geográfico desligado de lo humano. El humanismo no es un lujo ni un refinamiento, sino el alfa y omega de las investigaciones geográficas. Humanismo entraña cultura, comprensión del hombre en sus aspiraciones; valoración de lo que es bueno, lo que es bello y lo que es justo en la vida; fijación de normas en nuestro mundo interior y exterior, ligado a un anhelo irrefrenable de superación.

Es así como el desarrollo de los conocimientos científicos ha condicionado relaciones muy estrechas entre la Geografía y las Ciencias Naturales y Sociales. Las ciencias geográficas uti-

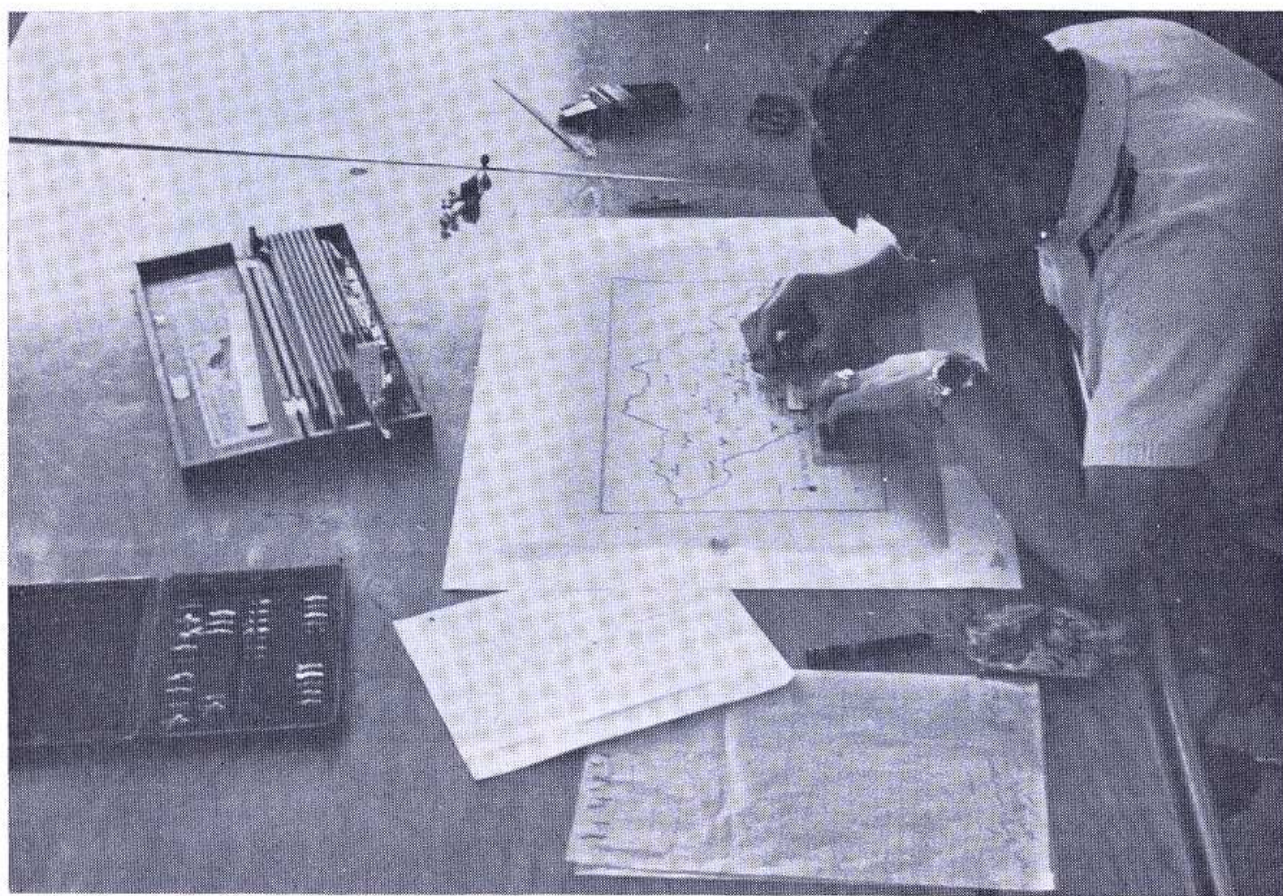
lizan, para sus propios fines los descubrimientos y progresos de otras ciencias y se enriquece con sus relaciones recíprocas.

Las leyes y los hechos establecidos por la Geografía son también utilizados en el estudio de diversas cuestiones particulares y generales de las Ciencias Naturales y Sociales, y en muchos casos, han desempeñado un papel importante en el desarrollo de numerosas corrientes de ideas de nuevas disciplinas científicas.

Todo esto, en conjunto, ha dado un impulso decisivo a la evolución de la Geografía, así como a muchas otras ciencias, pero esto, ha hecho menos clara la delimitación entre la Geografía y otras disciplinas científicas.

Hasta el momento actual no se le ha dado a la Geografía el lugar que le corresponde ya que por ser la más interdisciplinaria de las ciencias, es difícil delimitar, muchas veces, su campo de acción.

El geógrafo, hasta hace algunos años era conocido sólo como un ente lleno de nombres



Cartógrafo vaciando los datos de campo en un mapa.



y capaz de localizar en la superficie terrestre cualquier accidente geográfico.

Al desarrollarse las Ciencias Naturales y Sociales, con las que tiene mayor contacto, así como con el avance de la tecnología, la Geografía tuvo a su alcance nuevos métodos de investigación y se abrió nuevos campos con lo que fue necesario crear especializaciones.

Pero he aquí que eso no fue suficiente ya que la investigación básica aunque necesaria, no satisface las exigencias de la época actual en que es necesario, asimismo, hacer ciencia aplicada. Este nuevo horizonte, puso al geógrafo en mayor contacto con el medio natural y social, y de la práctica de los trabajos de campo apareció el geógrafo moderno, capaz no solamente de relacionar al medio y al hombre, sino de establecer relaciones recíprocas de la Geografía con las ciencias afines, tomando de ellas los datos que necesita para después, con un criterio geográfico de conjunto, poder discernir sobre los diversos aspectos de la Geografía moderna.

El proyecto que el Instituto de Geografía presenta, es un modelo tipo aplicado a una zona de gran interés desde muchos puntos de vista, en donde se establece una metodología dinámica de trabajo que por sí sola constituye una valiosa aportación.

## LOCALIZACIÓN

La región que en este estudio se denomina de San Juan Raya, está localizada al sureste del Estado de Puebla, a los  $18^{\circ}24'$  de latitud norte y a los  $90^{\circ}27'$  de longitud oeste del meridiano de Greenwich.



El área aproximada de estudio es de unos 100 kilómetros cuadrados y comprende no solamente la localidad fosilífera del Cretácico inferior, sino también la zona oriental de la misma donde se encuentran plantas del Pensilvánico, las cuales se localizan sobre la Sierra de Zapotitlán.

La Sierra de Zapotitlán es un pliegue anticlinal muy abierto que se eleva en el Valle de Tehuacán el cual forma el borde oriental. Este pliegue es seguido de otro anticlinal, paralelo y de poca extensión, que actualmente forma la cresta más elevada; le siguen después una serie de esquistos dislocados y plegados que dan origen a la vertiente occidental que termina en la cañada de San Martín Atexcal, donde las gredas y los esquistos yacen horizontales.

El Valle de Tehuacán es paralelo a la dirección que tienen los plegamientos de la Sierra Madre Oriental, que en el sur del Estado de Puebla está representada por uno de sus elementos, la Sierra de Zongolica.

Existe en la parte sur del Estado, un elemento estructural diferente de la serie de cadenas formadas por la Sierra Madre Oriental y del Escudo Mixteco. Esta zona debe haber formado parte de un geoanticlinal, al que se le da el nombre de Geoanticlinal Centroamericanoantillano que se supone estuvo emergido desde el Precámbrico.

La situación actual de este geoanticlinal, da constancia de su emersión durante el Paleozoico y de haber servido como pilar o apoyo a los plegamientos marginales que se formaron en periodos posteriores.

El Escudo permaneció emergido hasta el Triásico inferior. A partir del Triásico superior, la formación del portal del Balsas que comunicaba al Golfo de México con el Océano Pacífico, inició una transgresión y el depósito de sedimentos detríticos sobre la superficie ya erosionada del Escudo.

Los mares jurásicos fueron más profundos y ocuparon un área mayor. Existen depósitos jurásicos desde la cuenca del Río Huajuapán de la cuenca del Río Mixteco, hasta la del Río Atoyac. Las rocas de este periodo son calizas con intercalaciones de margas.

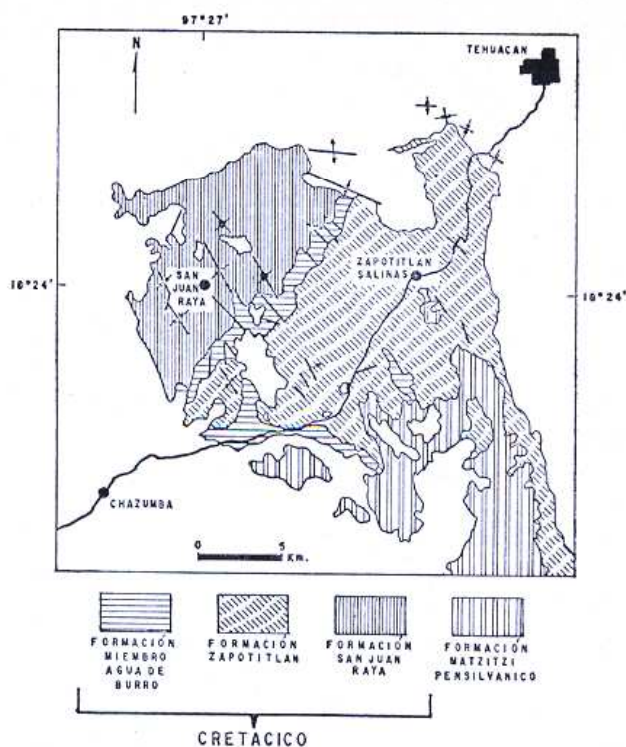
Todavía más extenso fue el mar del Cretácico inferior, cubrió en parte los sedimentos triásicos y jurásicos, extendiéndose hacia los



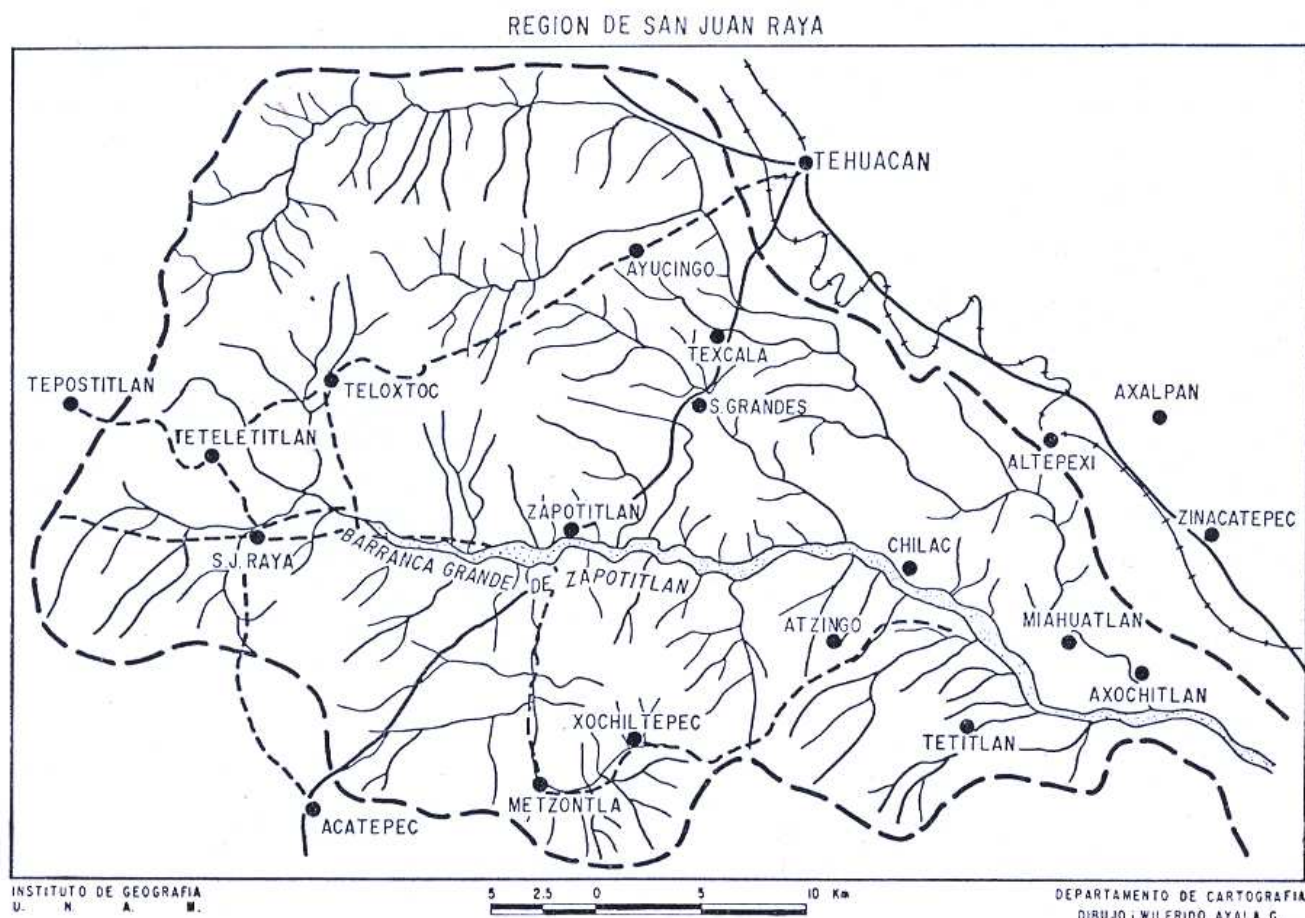
bordes del Escudo de manera que en la zona de Zapotitlán Salinas, los sedimentos cretácicos reposan sobre rocas basales.

Los movimientos orogénicos que se manifestaron al principiar el Cretácico medio, afectaron intensamente a todo el Escudo plegando tanto las rocas del basamento como las mesozoicas. En la región de Zapotitlán, hacia el occidente, se formaron numerosos anticlinales asimétricos que constituyen la Sierra de Zapotitlán, dirigida de sureste a noroeste, la cual parece dividirse al noroeste en dos ramas: una de ellas, situada al oriente, recibe sucesivamente los nombres de Sierra de Tentzo y de Amozoc, la otra está formada por las sierras de Santa Martha y Huehuetlán.

Precisamente sobre la Sierra de Zapotitlán es en donde se localiza la zona de estudio que fue el asiento de antiguos mares cretácicos en donde se distinguen las formaciones denominadas de: Zapotitlán, San Juan Raya y Miembro de Agua de Burro; teniendo la formación Zapotitlán contacto en su parte sureste, con la formación Matzitz del Pensilvánico (Calderón, 1956).



Fuente: Calderón, G. A. Bosquejo Geológico de la región de San Juan Raya, Puebla. Congr. Geol. Internat. 20 Ses., México, 1956. Dibujo Felipe Guadarrama V.



INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
U. N. A. M.

DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA  
DIBUJO WILFRIDO AYALA G.



## IMPORTANCIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Desde el punto de vista arqueológico y paleobotánico, la zona en cuestión, constituye una de las áreas más apasionantes para estas disciplinas. Los estudios de Mac Neish (1964)\* sugieren que la región de Tehuacán puede ser la cuna de las civilizaciones mesoamericanas por haberse realizado allí la domesticación del maíz.

Del estudio del autor antes citado, sobresalen las siguientes fases de su trabajo:

*"Fase Ajuereado.* Es el conjunto más antiguo descubierto, con evidencia de siete diferentes ocupaciones. Esta fase parece haber terminado en 6500 a.C. y puede haber empezado tres o cuatro milenios antes; se componía de pequeñas familias nómadas y los utensilios que fabricaron no fueron muy numerosos.

*"Fase El Riego.* Parece que esta fase se desarrolla entre 6500 y 4900 a.C. Los grupos humanos fueron nómadas y los sitios que habitaron mucho más grandes. Su economía se sustentaba a base de caza y recolección de plantas; fabricaron utensilios de piedra. Se encuentran aquí las primeras muestras de tejido.

*"Fase Coxcatlán.* Se localiza entre 4900 y 3500 a.C. Diez de estos sitios fueron descubiertos en excavaciones de cuevas y cuatro al aire libre; aunque siguieron siendo básicamente recolectores y en parte cazadores, adquirieron plantas domesticadas con agricultura incipiente.

*"Fase Abejas.* Aproximadamente entre 3500 y 2300 a.C. Su modo de vida fue más sedentario gracias al mejoramiento de la producción alimenticia; crearon nuevos artefactos.

*"Fase Purrón.* Se sitúa entre 2300 y 1500 a.C. El material encontrado incluye fragmentos de cerámica tosca, con patrón muy parecido al de la fase Abejas.

*"Fase Ajalpan.* Situada entre 1500 y 900 a.C. Las comunidades fueron ya totalmente agricultoras. Se siguieron haciendo utensilios de piedra como en las fases anteriores, pero hubo un cambio notable en la cerámica y en las figurillas encontradas.

*"Fase Santa María.* De 900 a 200 a.C. A la agricultura intensiva se añaden las primeras obras de irrigación y nuevos y más prácticos tipos de utensilios.

*"Fase Palo Blanco.* Fechada entre 200 a.C. y 700 d.C. Sigue el proceso de la técnica y producción agrícola y de la irrigación. Se incorporan a la dieta nuevas plantas, los productos manufacturados son más variados y elaborados: cerámica, tejidos, instrumentos de trabajo.

*"Fase Venta Salada.* Este periodo, ya plenamente histórico, se ubica entre 700 y 1540 d.C. Agrega a las conquistas anteriores la del comercio, que se desarrolla en un amplio ámbito. Fabrican la clásica cerámica policroma." \*

En conjunto, las fases consideradas muestran características culturales desde unos 6500 a.C. hasta la conquista y la continuación de estos estudios es de gran importancia para las culturas mesoamericanas.

Desde el punto de vista geológico, la región en estudio está situada sobre una estructura tremendamente compleja, que se proyecta en la diversidad litológica, en la edad de las rocas, así como en las relaciones estratigráficas y estructurales de los diferentes cuerpos de rocas que constituyen la región.

Por otra parte, es factible llegar a establecer relaciones estratigráficas y estructurales de esta región con la Península de Yucatán, así como determinar las relaciones que existen entre el panorama tectónico regional y la apasionante teoría de la deriva continental.

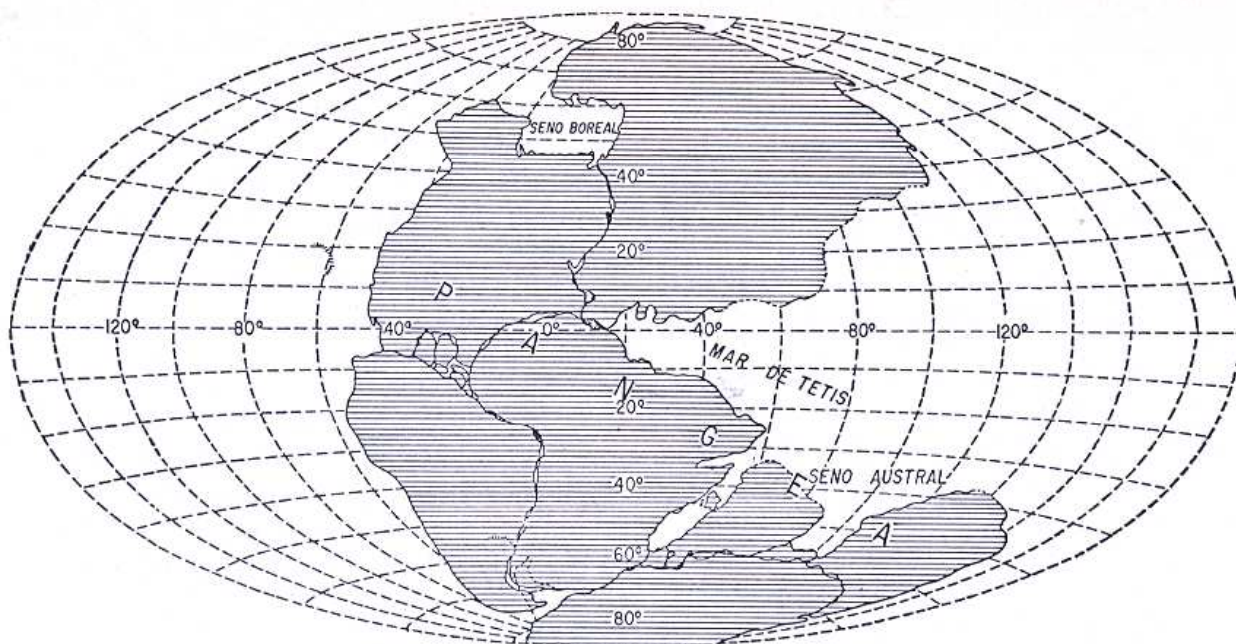
Hace aproximadamente un siglo, Antonio Snider propuso la teoría de la deriva continental, tratando de explicar la aparente concordancia de las líneas de costa a lo largo de los bordos del océano Atlántico, así como las estructuras en ambos lados del Atlántico, orientadas en direcciones similares y con semejanza litológica. A principios de este siglo, Alfred Wegener revivió esta teoría.

En 1912, Wegener publicó en detalle su teoría sobre la deriva continental. Él imaginaba la parte emergida de la Tierra como una

\* Mac Neish, R. El origen de la civilización mesoamericana visto desde Tehuacán, INHA, México, 1964.

\* La relación de las fases de trabajo de la obra de Mac Neish fueron tomadas de: Commons de la R. A. Geohistoria de las divisiones territoriales del Estado de Puebla, UNAM, Instituto de Geografía, México, 1971.





PANGAEA HACE 200 MILLONES DE AÑOS, SEGUN 'A. WEGENER (THE BREAKUP OF PANGAEA, SCIENTIFIC AMERICAN, OCT 1970)

sola unidad, un vasto continente al que se le dio el nombre de *Pangea* (todo tierra). Según sus razonamientos, este continente primitivo comenzó a partirse en dos pedazos hacia fines del Mesozoico. Estos fragmentos empezaron a derivar lentamente sobre la superficie de la Tierra, y en el Pleistoceno tomaron las posiciones que caracterizan a los continentes modernos.

Las evidencias en apoyo a esta idea se basaron casi por completo en datos geológicos; a mediados del siglo xx, el desarrollo de las técnicas geofísicas aportó nuevos datos a la discusión de la deriva continental.

Observando un mapa de Africa y América del Sur, es factible ver el sorprendente ajuste o el notable ensamble entre ambos continentes y si se examinan los contornos de los otros continentes se puede ver que también son susceptibles de acomodarse para formar una sola gran masa como lo sugiriera Wegener.

Por otra parte, hay evidencia de la divergencia entre los polos paleomagnéticos. La trayectoria de la migración polar, según puede esbozarse por la información paleomagnética, es diferente para cada continente. La divergencia de las trayectorias de la migración polar entre los continentes se puede explicar por el corrimiento de las masas de tierra, una con relación a la otra. El curso de la migración

polar sugiere que el movimiento continental se debe a la deriva general de los continentes apartándose entre sí, habiendo, en algunos casos, una rotación adicional de los continentes.

Estas teorías, incluyendo estudios de paleoclima, pueden verificarse en la zona de estudio relacionando la estructura tectónica general con la disposición de las rocas mesozoicas de la Mixteca, como resultado del desplazamiento occidental del cinturón original de rocas mesozoicas.\*

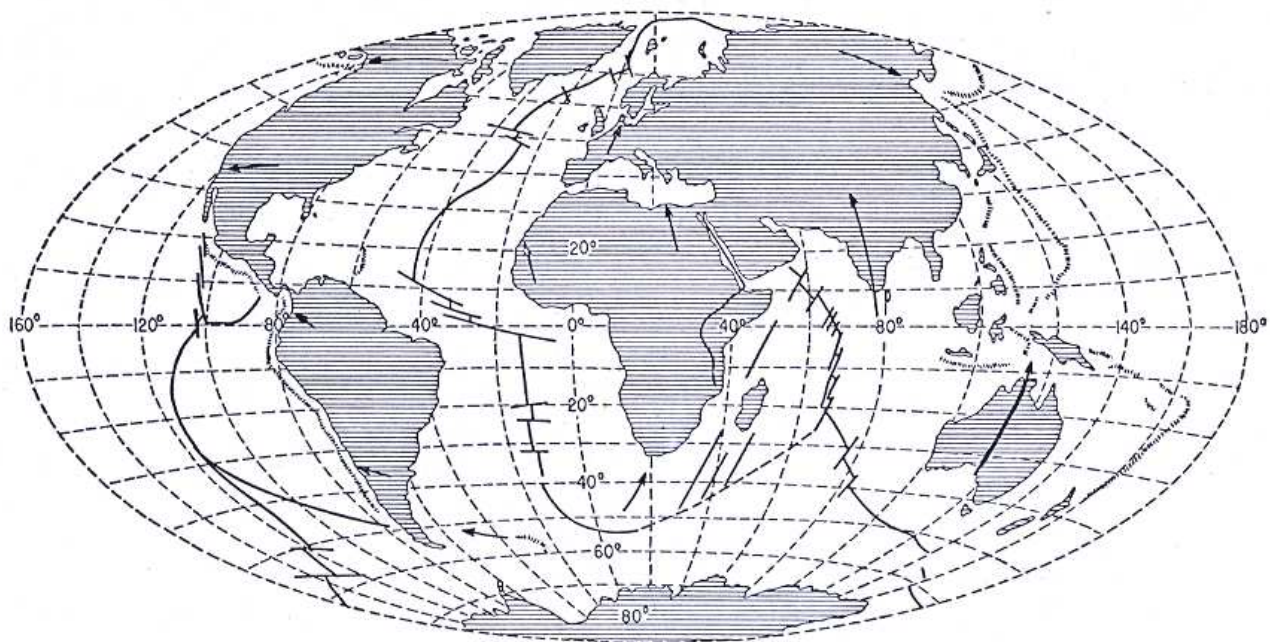
La región de San Juan Raya es considerada como una zona única en el mundo, desde el punto de vista paleontológico. La fauna fósil de la región indica que fue un área costera cubierta por mares someros, templados, que permitieron el desarrollo de corales, esponjas, pelecípodos y gasterópodos.\*\*

El estudio bioestratigráfico de esta región permitirá efectuar reconstrucciones paleogeo-

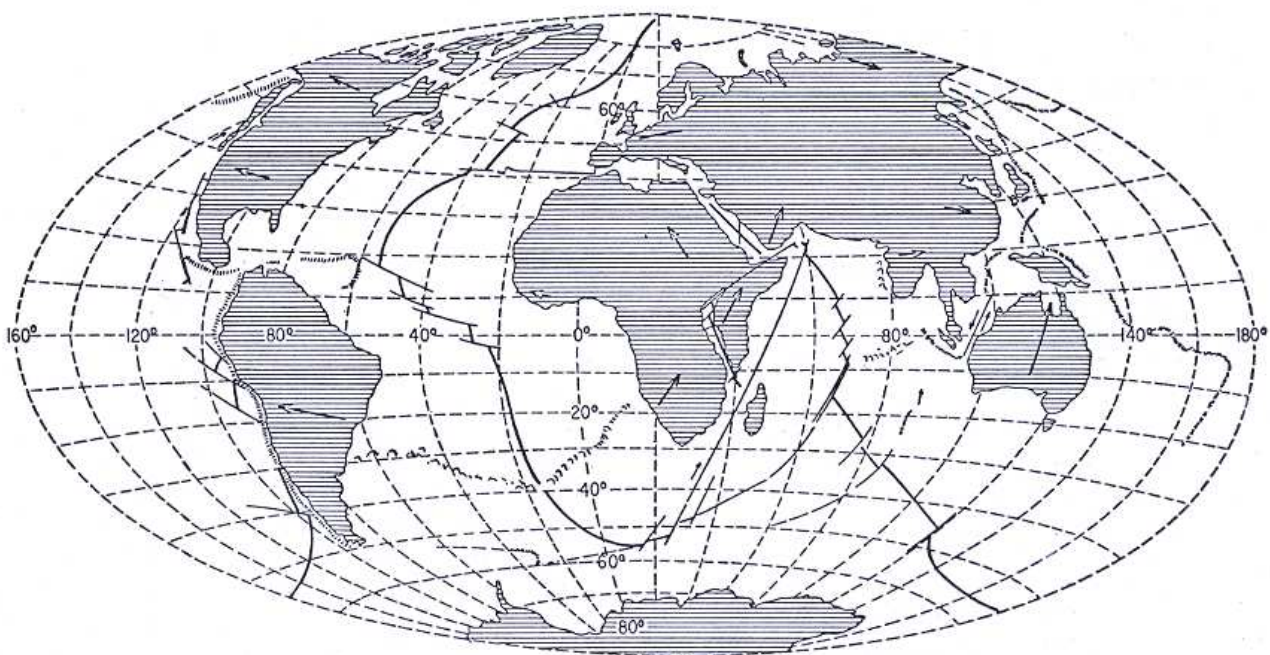
\* Ferrusquia, L. Geology of the Tamazulapan-Teposcolula Yanhuitlan, Area Mixteca Alta, State of Oaxaca. Tesis Doctoral. The University of Texas at Austin, U.S.A., 1971.

\*\* Alencaster, G. Pelecípodos y Gasterópodos del Cretácico Inferior de la Región San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla. Instituto de Geología, UNAM, México, 1956.





LA TIERRA EN LA ACTUALIDAD



LA TIERRA DENTRO DE 50 MILLONES DE AÑOS, SEGUN DIETZ Y HOLDEN, (THE BREAKUP OF PANGAEA, SCIENTIFIC AMERICAN, OCT. 1970)



gráficas adecuadas que logren inferir el medio natural que existía en un periodo geológico determinado, no sólo de la Era Mesozoica, sino también del periodo Carbonífero, ya que en la formación Matzitzí se encuentran plantas del Pensilvánico predominando: helechos, pteridospermas, calamitales y lepidodendrales.\*

Todas estas características concurren en la zona de estudio y le confieren un carácter único, que justifican que el Instituto de Geografía de la UNAM, establezca este proyecto, con un carácter interdisciplinario, con el objeto de preservar esta área que en sí constituye parte del patrimonio nacional, que se mantiene marginada y sujeta a un despojo irracional.

## MEDIO FÍSICO

El conjunto de condiciones naturales que caracterizan una región constituyen el medio físico, como son: una determinada estructura geológica, un clima característico y su influencia sobre dicha estructura, una hidrología con sus propias peculiaridades, cierto tipo de suelo y una vegetación y fauna características.

La región de San Juan Raya, se localiza en la Sierra de Zapotitlán. Ésta se formó por movimientos orogénicos que se manifestaron, sobre todo, en el Cretácico inferior, afectando a todo el Escudo Mixteco, plegando tanto las rocas del basamento como a las mesozoicas. Después del plegamiento hubo una transgresión; por esto existe una discordancia entre los sedimentos del Cretácico medio y las rocas más antiguas. Las rocas mesocretácicas son: areniscas, conglomerados, brechas calizas, calizas y margas.

Las calizas forman bancos, no están plegadas, pero presentan numerosas fracturas y tienen ligeras inclinaciones de dirección variable. Reposan sobre el Cretácico inferior, en la Sierra de Zapotitlán, sobre el Triásico y el Jurásico en la cuenca del Río Mixteco y sobre el Cretácico inferior y el Pérmico en las cuencas de los formadores del Río Verde.

Al finalizar el Cretácico medio, un movimiento de emersión disminuyó la profundidad

de los mares. Esta emersión cerró el portal del Balsas, razón por la cual, a pesar de que una nueva sumersión tuvo lugar en el Cretácico superior, los depósitos de este periodo ya no tienen la importancia de los mesocretácicos.

Nuevamente hubo movimientos orogénicos durante un periodo que se inició en el Cretácico superior y tuvo sus fases finales en el Eoceno. El empuje que formó los plegamientos de este periodo se apoyó en el Escudo Mixteco dando lugar a la aparición de sierras marginales muy elevadas. Fue entonces cuando se formó la Sierra Madre del Sur cuya serie de montañas, al ceñirse al borde del Escudo, siguen un gran arco de convexidad vuelta hacia el sur que definió el contorno del litoral del Océano Pacífico en esta región.

La intensidad de los fenómenos tectónicos que acaban de mencionarse provocó la formación de numerosas fallas, muchas de las cuales siguen la dirección de las sierras marginales. Así, en esta región, pueden definirse toscamente dos sistemas principales que son paralelos respectivamente a la Sierra Madre Oriental y a la Sierra Madre del Sur.

La más importante de las fallas es la que se formó entre el borde oriental del Escudo Mixteco y la Sierra de Zongolica y que dio origen al Valle de Tehuacán. Es probable que la gran tensión producida en un gran pliegue anticlinal haya roto la bóveda de éste y que el hundimiento de ella haya formado el valle. Los bordes de la falla quedaron a distintas alturas y, por esto, las calizas del Cretácico medio, que muy desgastadas forman la cima de la Sierra de Zongolica ocupan en la parte occidental el asiento de las formaciones del valle.\*\*

La formación del Valle de Tehuacán, situado a menor altura que el Escudo Mixteco, y, con mayor razón, que los sinclinales de las montañas plegadas que forman las sierras cretácico-eocenas, obligó a fluir hacia el lago que ocupaba su parte baja, a los ríos de la vertiente interior de estas sierras y a los del borde nor-este del Escudo, esto es, a los de la vertiente exterior de la Sierra de Zapotitlán.

La gran inclinación de las paredes de los sinclinales por las que con gran rapidez corren

\* Silva P., Plantas del Pensilvánico de la Región de Tehuacán, Puebla. Instituto de Geología, UNAM, México, 1970.

\*\* Ordoñez, E. Las Provincias Fisiográficas de México, Revista Geográfica, IPGH, Tomo I, México, 1941.



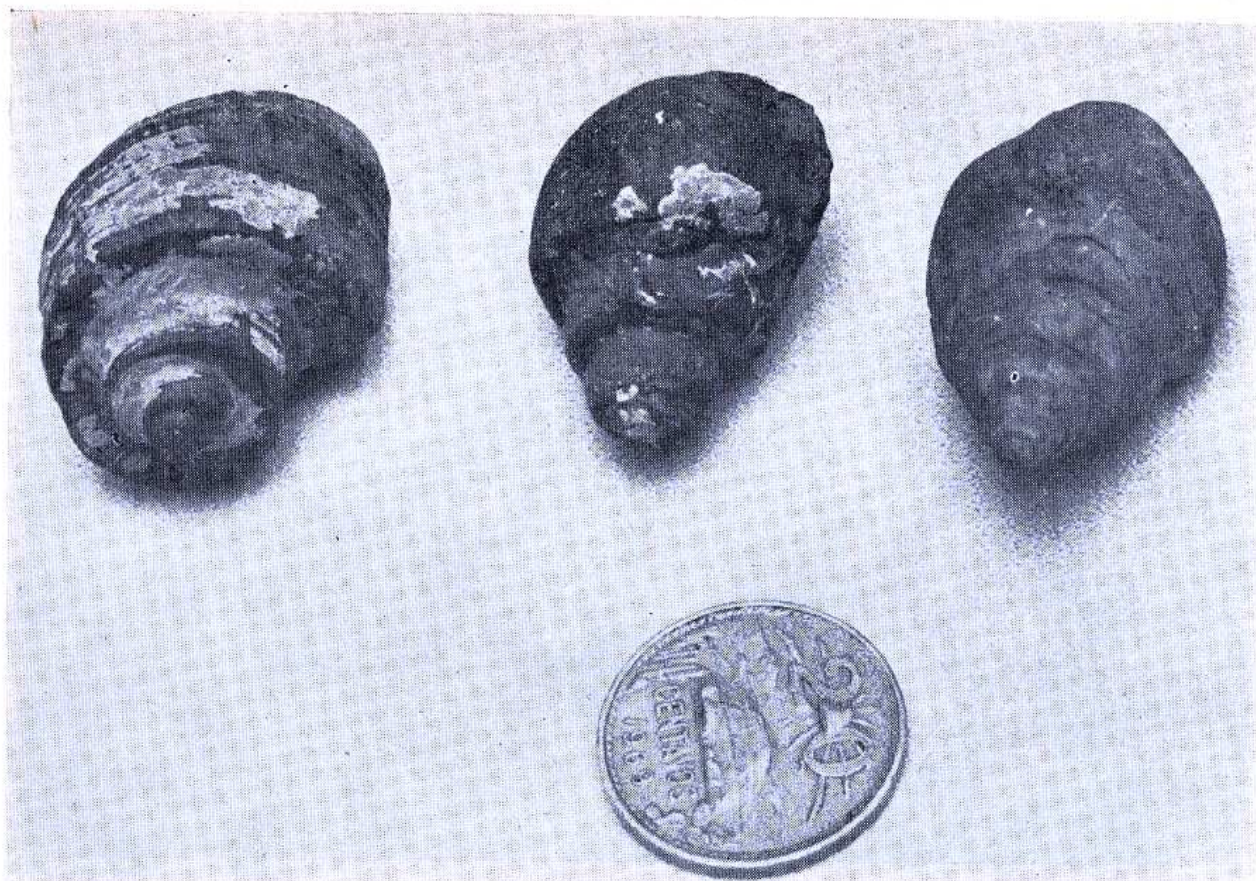


Roca mostrando impresiones de diferentes fósiles de la Región de San Juan Raya.



Roca mostrando una gran cantidad de gasterópodos del Cretácico inferior.



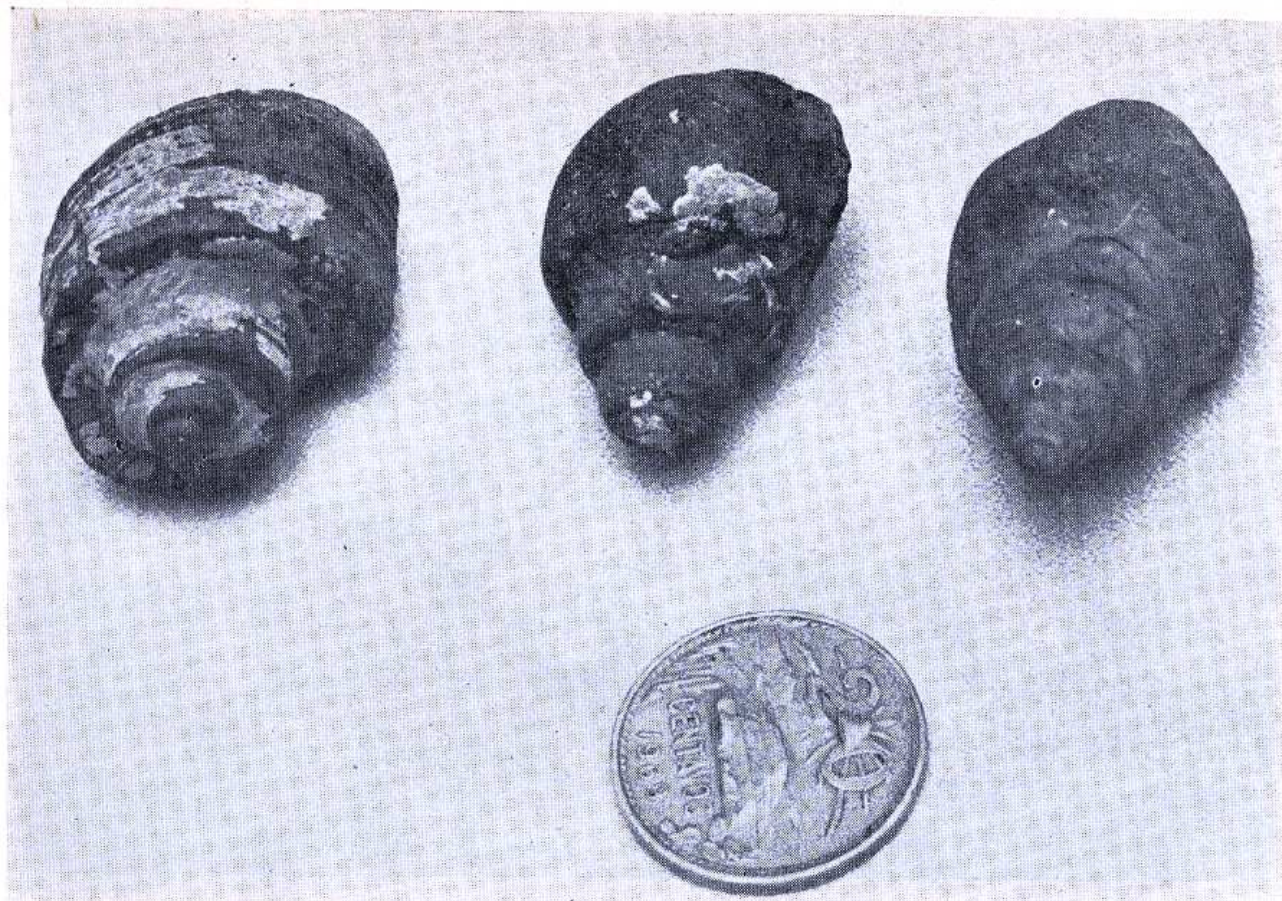


Gasterópodos del Cretácico inferior de la formación San Juan Raya.

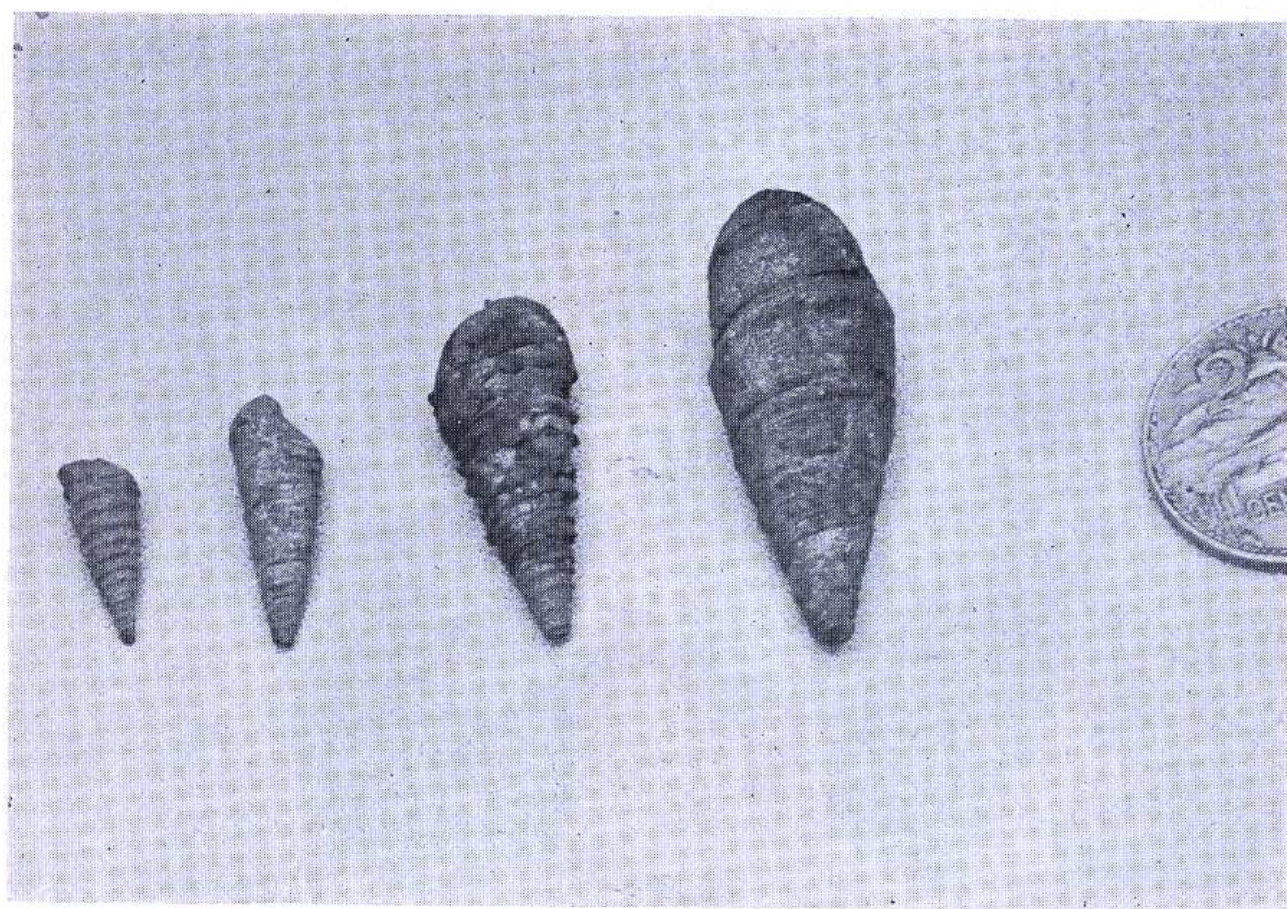


Gasterópodos del Cretácico inferior de la formación San Juan Raya.





Gasterópodos del Cretácico inferior de la formación San Juan Raya.



Gasterópodos del Cretácico inferior de la formación San Juan Raya.



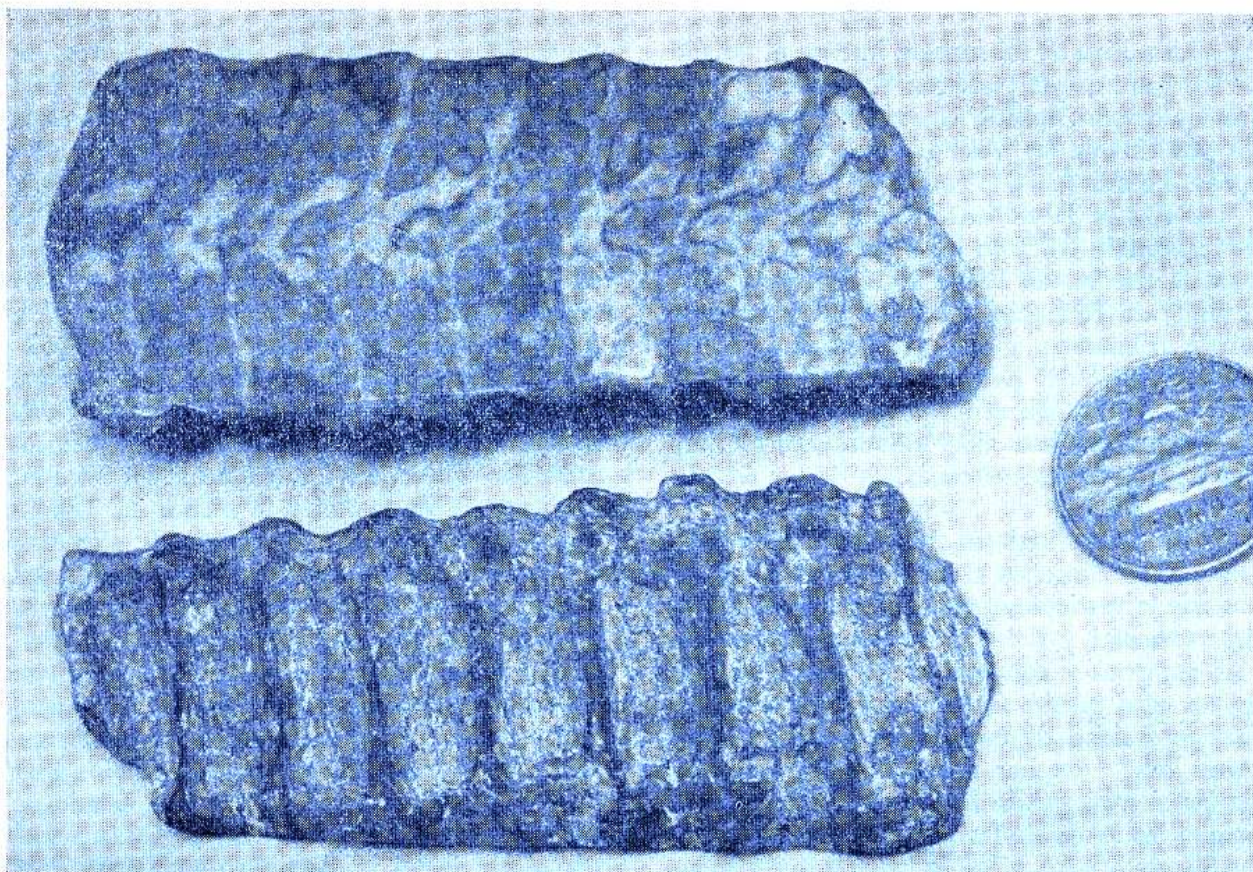


Caracoles fósiles procedentes de la Playa de Temazcalapa, de la formación Zapotitlán.

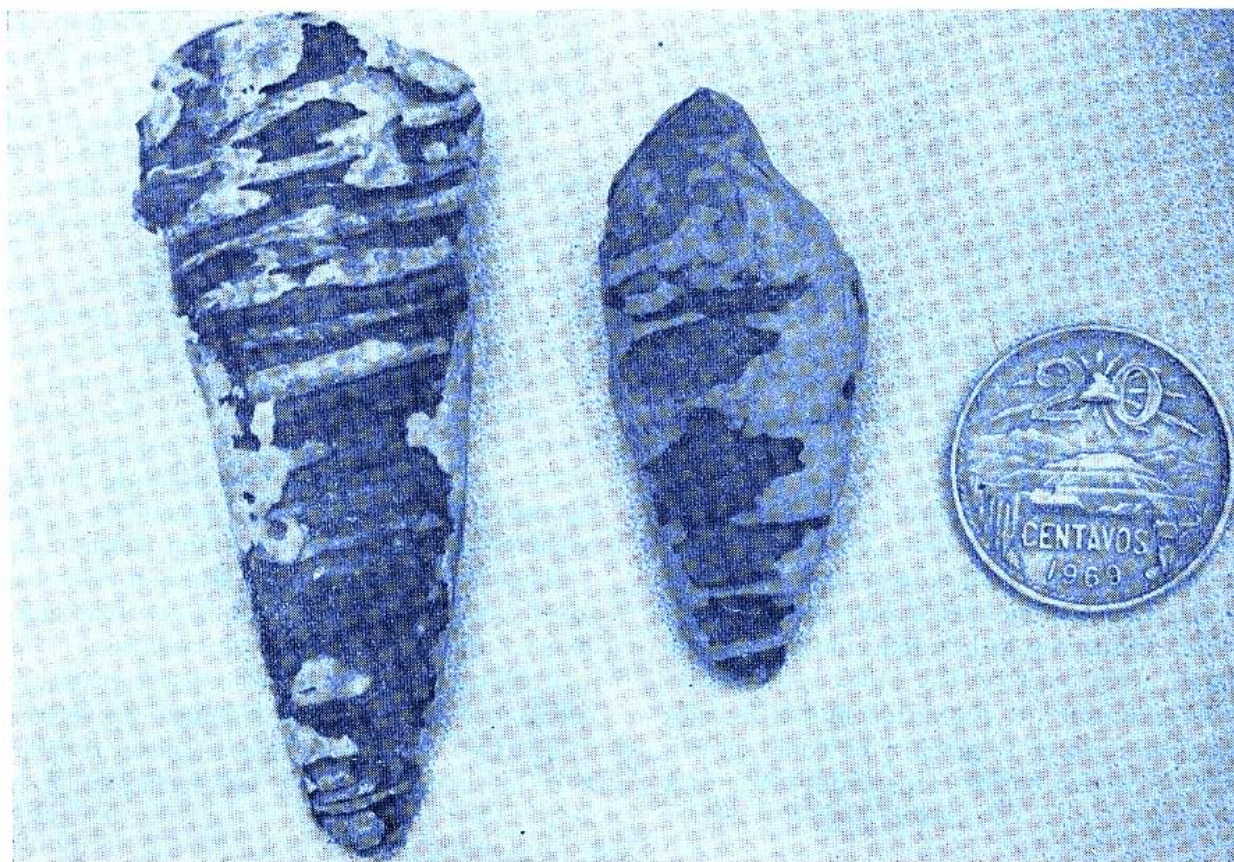


Corales fósiles de la Región de San Juan Raya.





*Nerinea azteca* Alencaster, de la formación San Juan Raya.



Gasterópodos del Cretácico inferior de la formación San Juan Raya.



las aguas, hizo de tal manera intenso el tallado de los cauces, que pudieron formarse los profundos cañones del Río Grande y de sus afluentes, los ríos de las Vueltas, Tomellín, Apoala y San Pedro.

Los ríos de la vertiente exterior de la Sierra de Zapotitlán cortaron estas sierras y captaron para la cuenca del Río Salado, que corre por el Valle de Tehuacán, a los ríos que primitivamente tributaban a los lagos situados en la parte oriental del Escudo. Estos lagos desaparecieron por canalización y en los sedimentos de sus fondos han sido tallados cauces muy profundos y estrechos como los de los ríos Jiquila y Hondo.

El ascenso inicial en el Eoceno se intensificó en el Plioceno; al descender el nivel de base de la vertiente oceánica de las Sierras Madres Oriental y del Sur, la pendiente de los ríos aumentó y con ella la capacidad erosiva de los ríos quedó fuertemente incrementada. Esta intensidad de erosión les permitió tallar cortes muy estrechos normales a la dirección de las sierras, mediante los cuales llegaron al océano las aguas de las vertientes interiores de las Sierras Madres y las de los ríos que aflúan tanto al lago que ocupaba la parte sureste del Valle de Tehuacán, como las de los que iban a los lagos situados en el Escudo Mixteco.

El proceso de desecación de los lagos por canalización, es perfectamente identificable en los levantamientos fotogramétricos, por la posición de los conos aluviales y de las terrazas lacustres.

La forma en que las cuencas quedaron integradas explica las diversas fases del ciclo fluvial en los cursos superior, medio e inferior de los ríos; también explica por qué el parteaguas o divisoria continental no es una cresta continua, puesto que la línea de separación entre las cuencas pasa entre numerosas fallas que afectaron al Escudo y sirvieron de directrices a la red hidrográfica.

Cuando el nivel del mar quedó establecido como nivel de base de todos los ríos, los procesos antes mencionados se aceleraron en tal forma, que materialmente han carcomido al Escudo Mixteco y lo han reducido a su estado actual.

En el sureste del Estado de Puebla los ríos principales son el Tehuacán y el Tonto, el primero se origina en los manantiales cercanos a

Santa María del Monte, corre con dirección sur, paralelo al Ferrocarril del Sur, en la cual aprovechó el fondo del valle para construir su línea; recoge aguas del Zapotitlán o Río Grande y las de San Gabriel Chilac y entonces toma el nombre de Salado, debido a las sales provenientes de las depresiones de Zapotitlán, antiguos depósitos de mares cretácicos; más adelante recibe el tributo del Río Hondo y limita al Estado de Oaxaca, en cuya jurisdicción se une al Tomellín o de las Vueltas que viene de Villa Alta y ya juntos avanzan hasta la albufera de Alvarado en el Golfo de México.

El Río Tonto, cuya rama principal nace en la Sierra de Zongolica y la menor en Tehuacán, forma límite con el Estado de Veracruz en una extensión de 40 kilómetros, recibe en Mazateopan al Pilola o Petlapa que a su vez hace de línea divisoria con el Estado de Oaxaca, bordea el cerro de Chichintepic y penetra a Veracruz para confundirse con el Papaloapan.

El curso superior del Río Papaloapan corresponde a los ríos Tehuacán y Tomellín. Esta cuenca recoge aguas del sureste del Estado de Puebla y del norte del Estado de Oaxaca mediante corrientes que se unen para formar el Río Santo Domingo, que a su vez corre hacia la llanura costera veracruzana recibiendo importantes afluentes como el Río Blanco, el Río Tonto, el Río San Juan, y el Río Playa Vicente.

Las aguas de la región de Tehuacán corren de norte a sur, mientras que las del Río Tomellín lo hacen de sur a norte, para unirse y salir a través de la Sierra Madre Oriental por el Río Santo Domingo.

En la región que nos ocupa —San Juan Raya— la hidrografía tiene como característica principal un estiaje tan marcado que hace que las corrientes superficiales sean intermitentes. El principal río de la zona es el Zapotitlán, cuyos afluentes dan vida a las pequeñas rancherías aledañas y que en época de lluvias ahondan los cauces de las barrancas, y los arrastres en suspensión que traen consigo, favorecen la erosión regresiva, dando a estas cárcavas y barrancas una fisonomía peculiar característica del tipo de clima de la región.

El clima de la zona es BShw: seco estepario, cálido, con lluvias que predominan en verano.

Este tipo de clima es el que caracteriza tanto a la hidrografía como a la vegetación de la



región, en donde dominan los caracteres xerófitos. Esta vegetación presenta, en algunas partes, manchones de selva baja espinosa y en otras, un fuerte predominio de un cierto tipo de cactáceas, posiblemente influido por factores edáficos o de situación de vertientes en relación a la dirección de los vientos dominantes. Así, en las cercanías de Xochiltepec hay un predominio de Beaucarneas; en las inmediaciones de Zapotitlán Salinas de cactáceas columnares y en la vecindad de San Juan Raya se aprecian zonas en las que dominan biznagas (*Echinocactus, sp*), abrojos (*Opuntia tunicata*), pequeños agaves amacollados, etcétera.

## ANÁLISIS CLIMÁTICO

En los últimos años, la climatología ha cobrado gran importancia debido principalmente a que en la época actual es indispensable efectuar una planeación de los trabajos que van a ser realizados. Sin el conocimiento del medio natural no es posible llevar a cabo obras que satisfagan plenamente los fines para los que fueron proyectados.

En la planeación agrícola es fundamental el conocimiento del clima ya que su influencia es decisiva en los procesos edáficos y en el desarrollo de la vegetación.

El hombre está sujeto a las condiciones del medio; la adaptación al mismo se realiza utilizando todos los elementos disponibles. En la naturaleza se observan una serie de hechos conducentes a lograr un equilibrio entre los organismos y el medio en que se desarrollan. Es por esto que la Ecología es la base de la distribución geográfica de los organismos sobre la superficie de la Tierra.

En los procesos de desgaste que experimenta la corteza terrestre es indudable la influencia de los elementos climáticos. La descomposición y desintegración de las rocas se efectúa por la acción del intemperismo, por los procesos alternados de calor y de frío, y por los periodos húmedos que alternan con periodos secos.

El suelo y las rocas desintegradas por la acción del clima son acarreadas por las aguas superficiales, por el viento y por el deslizamiento que se produce en las pendientes del terreno.

En climas húmedos y templados, donde la superficie de la tierra está cubierta por bosques

de coníferas y de árboles de hojas caducas y en las praderas, la erosión actúa con menor intensidad. La mayor parte del agua es absorbida y la vegetación protege al suelo contra la erosión causada por el viento y el agua.

Uno de los objetivos del estudio del clima de una región, es la correlación de los diferentes tipos climáticos con diversos aspectos de la actividad humana.

En el desarrollo vegetal, la temperatura, la humedad y la insolación intervienen directamente, condicionando las diversas etapas de su crecimiento, así, en la etapa inicial, representada por el proceso de germinación y crecimiento de las yemas, se requiere, en la mayoría de los casos, de un aumento en la intensidad de la luz, de la temperatura del aire y del suelo, así como de un aumento de humedad.

En el subsecuente desarrollo, el vegetal puede tolerar mayor variedad de condiciones, mientras no pase de ciertos límites.

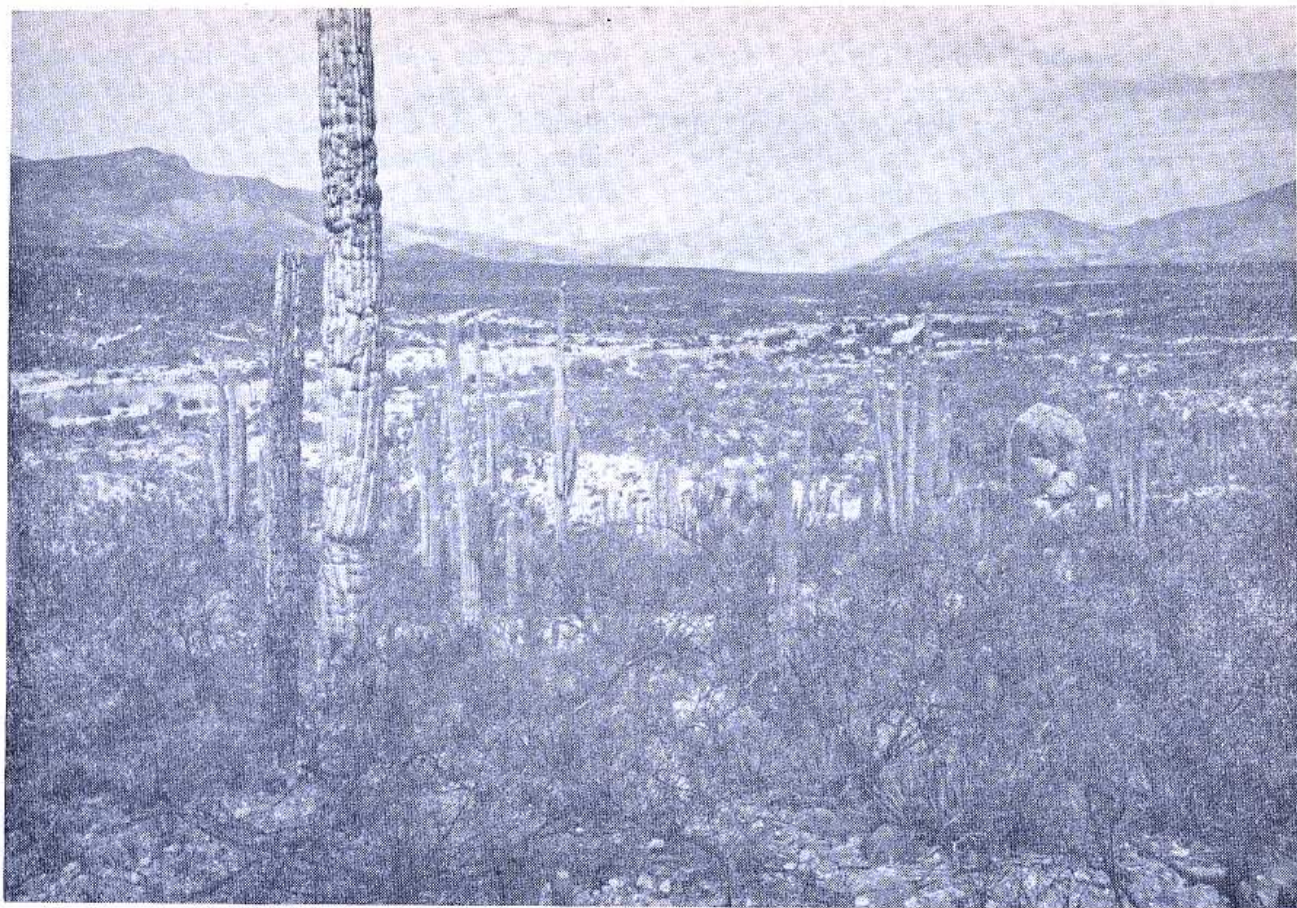
En el tercer proceso, una disminución de la humedad tiende a estimular la floración y la formación de semillas.

Por otra parte, la fisonomía de la vegetación dependerá de la cantidad y frecuencia de la lluvia. En donde la altura anual de la precipitación es elevada, los tipos predominantes sacarán mayor ventaja de las altas temperaturas y de la abundante humedad, teniendo, en este caso, vegetación cerrada exuberante característica de las selvas ecuatoriales.

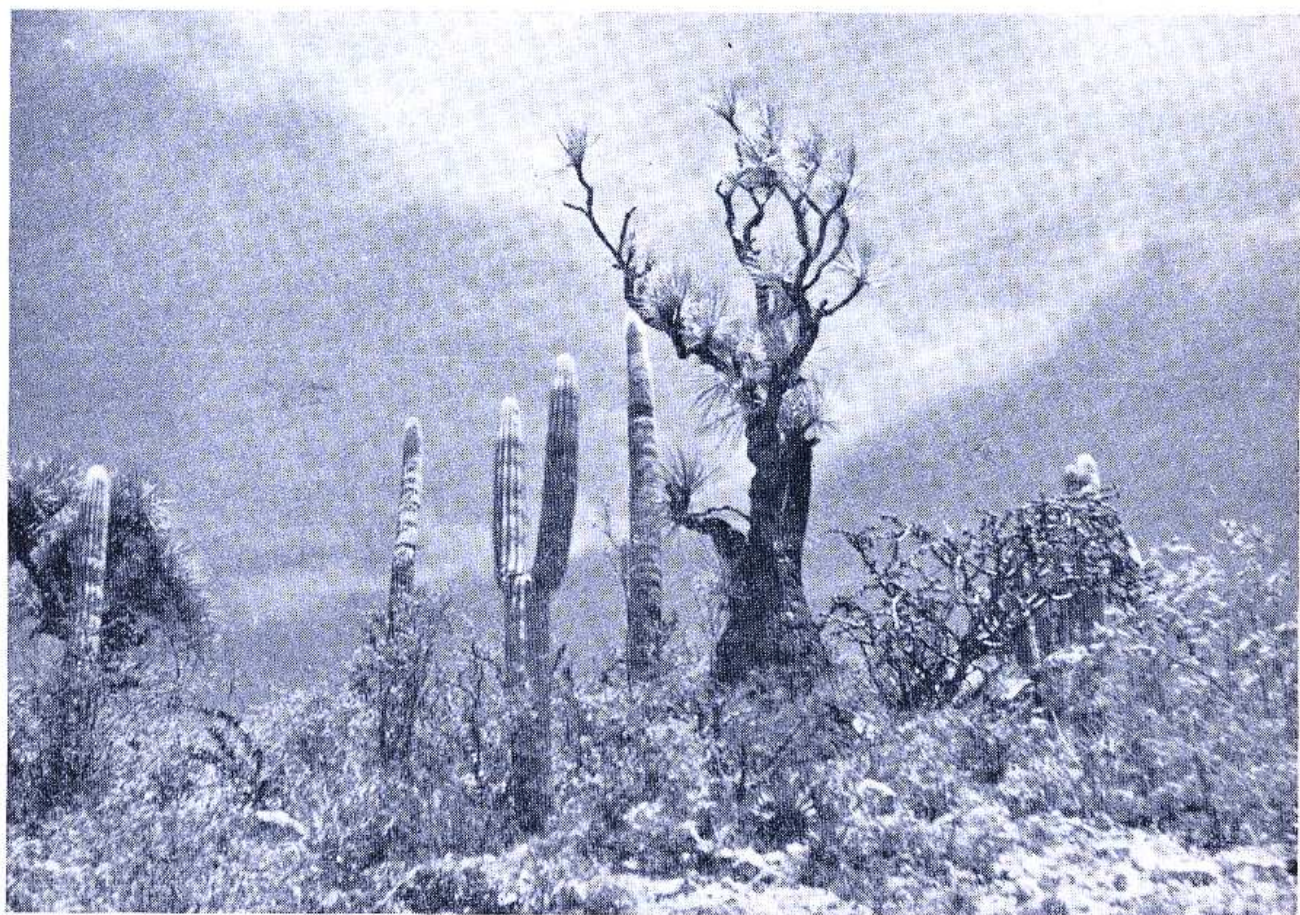
En donde la altura anual de la lluvia es moderada o pequeña y el periodo de sequía es largo, se presentan dos posibilidades adaptativas: 1) Si la vegetación tiene una demanda pequeña de agua, las formas predominantes realizan sus funciones normalmente. 2) Si la precipitación es reducida, la estructura de la vegetación presenta formas adaptativas indispensables a esos ambientes secos. Las hojas se reducen o faltan por completo quedando la formación de almidón a cargo del tallo o de los pecíolos; el hábito suculento es frecuente, la planta almacena agua en sus tejidos la que va gastando conforme a sus necesidades. Otras adaptaciones como una cubierta aérea, la presencia de espinas y otras, se presentan con el fin de reducir la transpiración.

Es por esto que se puede decir que la vegetación natural de cualquier área proporciona



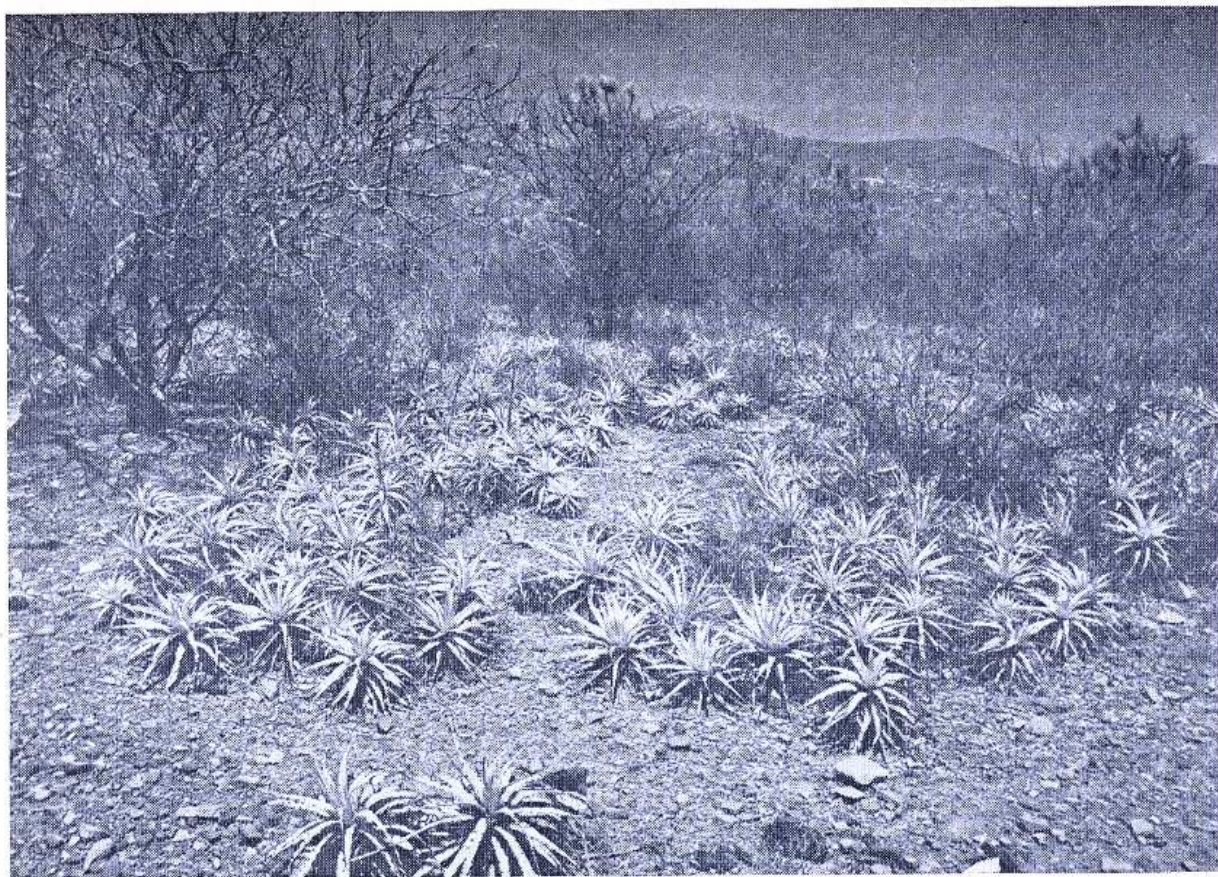


Aspecto general de la vegetación en los alrededores de Zapotitlán.

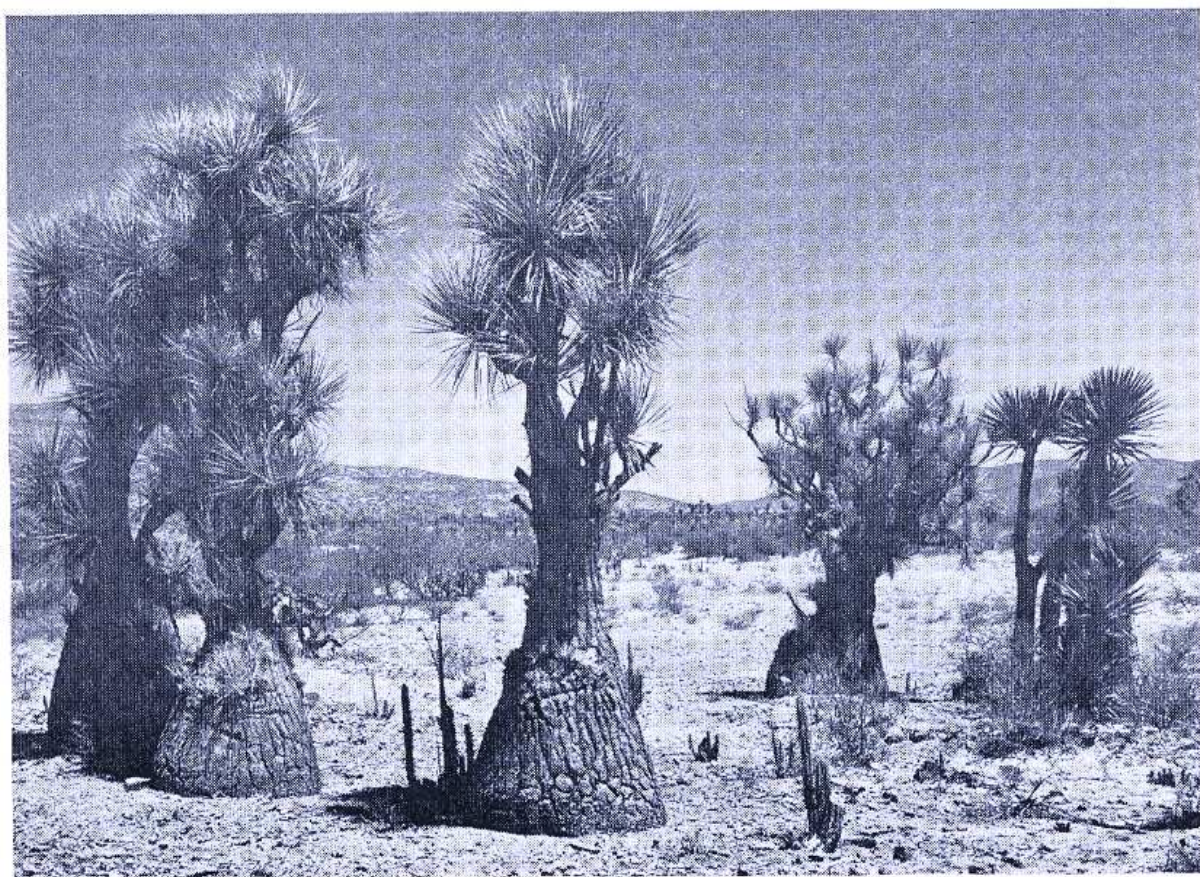


Detalle de diferentes elementos que integran la vegetación, en las inmediaciones de San Juan Raya.





Manchón de agave lechuguilla en la selva baja espinosa de la Sierra de Zapotitlán.



Beaucarneas de la Sierra de Zapotitlán.



información acerca del clima ya que, como antes se ha dicho, existe una estrecha correlación entre las condiciones del medio y el aspecto de la vegetación.

Es así como se puede afirmar que no hay ningún otro elemento del medio físico que tenga un papel tan importante en la economía del hombre, como el clima. Este determina las condiciones de vida humana y afecta sus principales fuentes de producción. En una época de industrialización en rápida expansión, hay que tener presente que la agricultura es la ocupación básica del país.

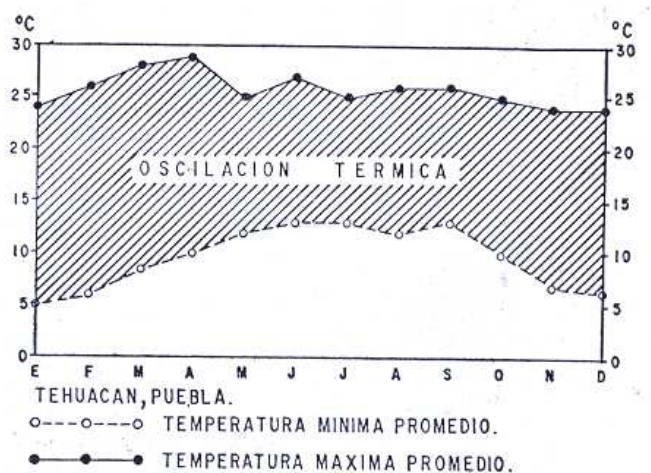
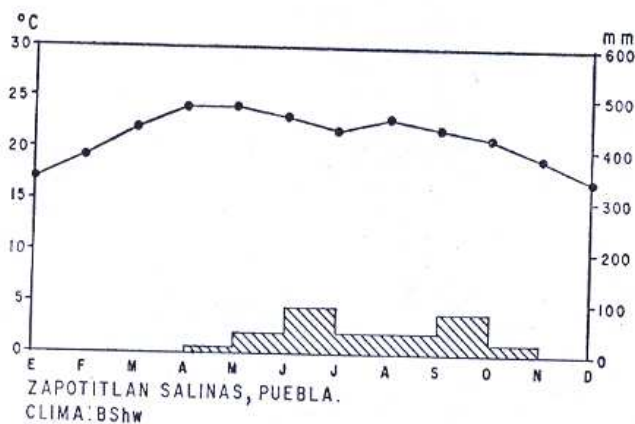
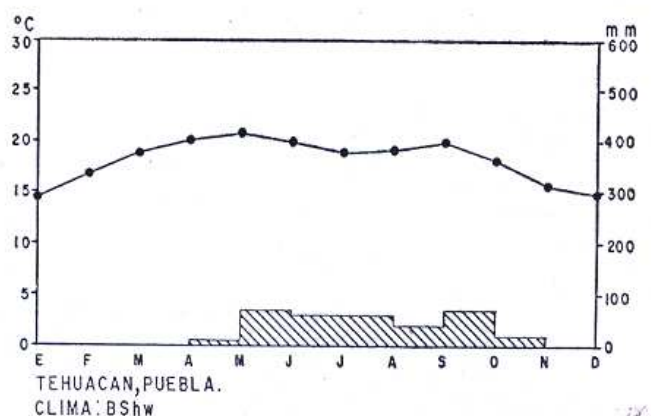
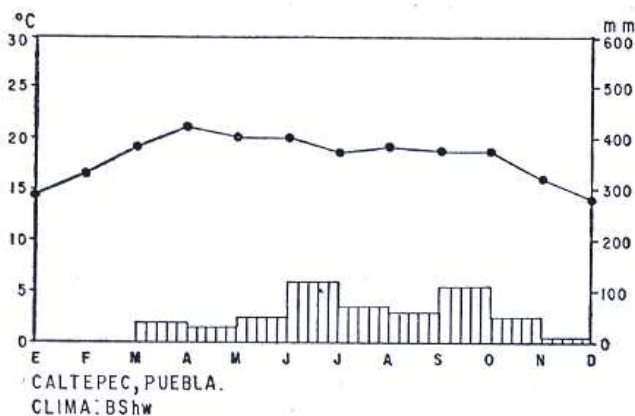
Actualmente, el análisis de los elementos climatológicos y en consecuencia del tipo de clima de una región, es fundamental para el buen éxito de cualquier actividad humana.

Para el estudio de la zona de San Juan Raya, se cuenta con tres estaciones termopluviométricas: Caltepec, Tehuacán y Zapotitlán Salinas, las cuales tienen, respectivamente, una altitud de 1 900, 1 676 y 1 520 metros sobre el nivel del mar.

De acuerdo con la clasificación climática de W. Köppen, el clima de la región es BShw, seco estepario, cálido, con lluvias escasas que predominan en verano. La temperatura media anual es superior a  $18^{\circ}\text{C}$  y la media mensual de algunos meses es inferior a  $18^{\circ}\text{C}$ .

La oscilación térmica promedio —diferencia que existe entre la temperatura máxima y la mínima promedio— depende de la estación del año, de la altitud, de la nubosidad que evita el caldeoamiento solar directo de la tierra y la pérdida de calor por radiación, de las particularidades locales como la naturaleza del terreno, las condiciones topográficas, la vegetación y la cercanía o ausencia de depósitos lacustres, presas o mares.

Las máximas oscilaciones térmicas se presentan, generalmente, en los meses de febrero y marzo, por ser éstos los que acusan mayor número de días despejados. Esto ocasiona que las pérdidas de calor por radiación sean más grandes y el enfriamiento sea mayor; además, el caldeoamiento del suelo por los rayos solares,





es también más eficiente que en otros meses lo que conduce a un calentamiento más efectivo.

Por otra parte, las mínimas oscilaciones térmicas, se presentan en el mes de julio, que es el que tiene un mayor número de días nublados.

En la estación meteorológica de Tehuacán se registran como promedio en el año: 61 días nublados, 169 despejados, 11 con tempestad y 14 con heladas.

La nubosidad máxima se presenta en Tehuacán durante los meses de junio a septiembre y el porcentaje más alto de cielo despejado ocurre de noviembre a mayo. A mediodía la nubosidad aumenta de junio a octubre; lo mismo sucede en la noche.

Por la importancia que tienen en la agricultura, convendría estudiar a fondo los principales sistemas de tiempo que afectan la región. En efecto, durante el invierno, las invasiones de aire polar provocan desplomes en la temperatura, mientras que en la época húmeda, los ciclones y tormentas tropicales pueden producir lluvias extraordinarias.

Una helada es la formación de ligeras capas superficiales de hielo transparente, por el paso brusco de las gotas de condensación del vapor de agua de la atmósfera al estado sólido de-

bido al enfriamiento nocturno, cuando la temperatura desciende a 0°C o es más baja.

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.

Las zonas con un alto grado de variabilidad de la lluvia se caracterizan porque presentan muchas irregularidades en los fenómenos meteorológicos que traen como consecuencia marcados contrastes en las precipitaciones y, por consiguiente, una agricultura aleatoria.

Para poder apreciar las condiciones de humedad de la región de San Juan Raya, se analizó desde el punto de vista de su influencia en el desarrollo de la vida vegetal. Relacionando la temperatura y la precipitación se han obtenido diferentes índices por medio de fórmulas empíricas que permiten señalar si un lugar cuenta con suficiente humedad.

Para determinar el índice de aridez se utilizó la fórmula propuesta por el meteorólogo Ernesto Jáuregui en 1965 en su trabajo "Iso-termas Extremas e Índice de Aridez en la República Mexicana." La ecuación propuesta es una función de las temperaturas máximas y mínimas promedio y de la precipitación media anual en milímetros.

#### TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES MEDIAS

| POBLACIÓN  | ENE.   | FEB. | MAR. | ABR. | MAY  | JUN.  | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ANUAL |
|------------|--------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Caltepec   | T 14.7 | 16.7 | 19.4 | 21.0 | 20.5 | 20.1  | 18.8 | 19.4 | 18.9 | 18.2 | 16.8 | 14.9 | 18.3  |
|            | P 9.7  | 5.1  | 40.5 | 31.4 | 50.3 | 126.5 | 72.3 | 59.9 | 49.2 | 49.2 | 11.4 | 5.8  | 579.0 |
| Tehuacán   | T 14.8 | 16.9 | 19.2 | 20.8 | 21.3 | 20.6  | 19.4 | 19.5 | 20.1 | 18.1 | 16.5 | 15.4 | 18.6  |
|            | P 3.7  | 4.2  | 3.1  | 12.2 | 76.0 | 68.5  | 67.5 | 46.0 | 72.3 | 23.5 | 4.7  | 6.1  | 387.8 |
| Zapotitlán | T 17.1 | 19.4 | 22.1 | 24.1 | 24.5 | 23.8  | 22.6 | 23.4 | 22.9 | 21.7 | 19.9 | 17.7 | 21.6  |
| Salinas    | P 5.9  | 1.1  | 7.3  | 10.8 | 42.7 | 95.8  | 43.2 | 49.1 | 80.7 | 23.7 | 5.5  | 3.5  | 369.3 |

#### TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS PROMEDIO

| POBLACIÓN             | ENE.   | FEB. | MAR. | ABR. | MAY  | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ANUAL |
|-----------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Tehuacán              | M 24.3 | 26.4 | 28.1 | 29.0 | 25.4 | 27.8 | 25.9 | 26.3 | 26.2 | 25.5 | 24.7 | 24.5 | 26.2  |
|                       | m 5.5  | 6.1  | 8.9  | 10.5 | 12.1 | 13.7 | 13.1 | 12.6 | 13.0 | 10.7 | 7.9  | 6.5  | 10.1  |
| Oscilación<br>Térmica | 18.8   | 20.3 | 19.2 | 18.5 | 13.3 | 14.1 | 12.8 | 13.7 | 13.2 | 14.8 | 16.8 | 18.0 | 16.1  |



El índice de aridez no concuerda necesariamente con el tipo de clima ya que el primero toma como base los grados de temperatura extremos y los milímetros de precipitación pluvial que separan las condiciones normales para las plantas cultivadas, de aquellos que son anormales por exceso o por defecto.

En la zona de estudio, el índice de aridez, según el autor antes citado, es semiárido, teniendo como característica principal una vegetación xerófita, con una agricultura raquítica de temporal.

## GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología, íntimamente ligada a la Geografía Física, se concibe actualmente como una disciplina con métodos propios de estudio. Consciente de las necesidades de todas aquellas ciencias que constituyen el amplio complejo de las Ciencias de la Tierra, participa de su desarrollo para adoptar sistemas que le son de utilidad y a la vez, proporciona conceptos que puedan esclarecer la complejidad de ciertos problemas. En estas condiciones, la geomorfología toma una actitud práctica que le permite concursar en los problemas que tratan de resolver las demás ciencias afines.

Ya se ha expresado que en los proyectos interdisciplinarios, los estudios geomorfológicos son el punto de vista de partida para el análisis de ciertos trabajos que inquietan a otros especialistas.

Así pues, en este proyecto de San Juan Raya, se dedica una especial atención al estudio de esta disciplina para poder proporcionar a los otros especialistas la base en que se apoyen los otros aspectos geográficos que concurren a presentar un proyecto coordinado e integral de la realidad de esta zona sugerida como estudio piloto.

Cabe insistir que la zona pertenece a un medio climático seco estepario y, por lo tanto, la actitud adoptada será conforme a esa realidad climática para llegar a establecer una metodología que pueda ser extensiva a todas las regiones áridas que en nuestro país ocupan una gran extensión.

En efecto, nos encontramos con el problema de un área seca zonal, que por definición pertenece a aquellas regiones situadas entre los dos trópicos pero que, además, se encuen-

tra ubicada en la franja de alta presión o de masas de aire con movimiento descendente que anulan las otras masas de aire vecinas actuando a manera de barrera.

En este tipo de regiones se destacan los siguientes conceptos básicos:

1. Una pobreza en la cubierta vegetal.

Existe aquí una especie de tapiz ralo a base de plantas bajas, compuestas de especies poco numerosas y siempre de carácter xerófito. Esto trae como consecuencia que sobre los suelos no se ejerzan fenómenos edafológicos normales ya que su evolución es discontinua.

2. Una morfología particular.

Generalmente estas zonas se reconocen por la existencia de vastas extensiones llanas, separadas por relieves aislados, abruptos, casi esquemáticos.

Las condiciones del escurrimiento, derivadas de una pobre pluviosidad, suponen escorrentías profundas, separadas o difusas que forman la base de los procesos de erosión.

En el detalle aparecen toda una serie de fenómenos, como la existencia de terrazas de acumulación alineadas, en donde no existe una ruptura de pendiente, o bien abruptos que son la consecuencia de una intemperización de carácter eminentemente mecánico, en donde la amplitud térmica provoca fatigas en la roca desnuda que proporciona los detritus.

3. Una hidrografía anárquica.

Que da lugar, en montaña, a encajonamientos a causa de las fuertes pendientes, mientras que en las regiones llanas el escurrimiento se caracteriza por la existencia de una serie de zonas discontinuas por etapas, discontinuidad que tiene lugar en el tiempo y en el espacio y que es la causa de que no pueda concentrarse el escurrimiento.

De acuerdo con estos lineamientos generales se procede alternando el trabajo de campo con el de gabinete, elaborando el estudio con el siguiente esquema:

1. Definición de las grandes unidades morfoclimáticas.



2. Observación y balance de los fenómenos y hechos geomorfológicos.
3. Análisis de los procesos actuales que constituyen la dinámica geomorfológica.
4. Elaboración de una carta geomorfológica detallada que deberá cumplir los siguientes imperativos:

- a) morfometría
- b) morfografía
- c) morfogenia
- d) cronología

## 5. Conclusiones.

Desde un punto de vista práctico, el documento quizá más importante es la carta geomorfológica que por sí misma revela un cúmulo de hechos importantes, susceptibles de ser aprovechados por los distintos especialistas que colaboran en el proyecto o bien por aquellos técnicos encargados de ejecutar las recomendaciones que se deriven de este estudio.

De una manera sintética, la carta se podrá examinar en los siguientes aspectos:

### a) Los diferentes tipos de medios.

Es decir, una distinción clara de regiones de diferente litología, por ejemplo: regiones calizas, regiones de arenas, acumulaciones detríticas, etc, mismas que se clasificarán de acuerdo con su modelado, a saber: planicies, colinas, sierras, valles, etc.

### b) Características geomorfológicas.

Valor de las pendientes, presencia de cárcavas y de abarrancamientos, localización de materiales de alteración, etc.

### c) Dinámica geomorfológica.

Del análisis de los procesos geomorfológicos se infieren ciertas recomendaciones de orden práctico, en especial para un estudio de los agentes que actúan en la erosión.

Aquí se representarían, a manera de símbolos, fenómenos tales como la escorrentía en sus diferentes aspectos, la reptación, la ablación, etcétera.

### d) Tipos de pedogénesis.

De una manera general, se indicarán los diferentes tipos de suelos, con algunas de sus características y su valor agrológico.

### e) Comportamiento hidrológico.

Este es un aspecto que no aparece cartográficamente pero que se induce de los otros incisos mencionados.

Aquí se informaría de las condiciones de infiltración, de los casos de anegamientos extraordinarios y de la presencia de posibles mantos freáticos.

### f) Tipos de acondicionamiento.

Este es un resumen de las observaciones expresadas en los incisos anteriores y se insiste en la *vocación* de cada tipo de medio: vocación agrícola, pastoral, etc.

Como se podrá observar, este estudio responde perfectamente a los planes de mejoramiento rural y sienta las bases de una nueva metodología, que como ya se dijo, contribuirá al mejor conocimiento del medio árido.

## RECURSOS NATURALES

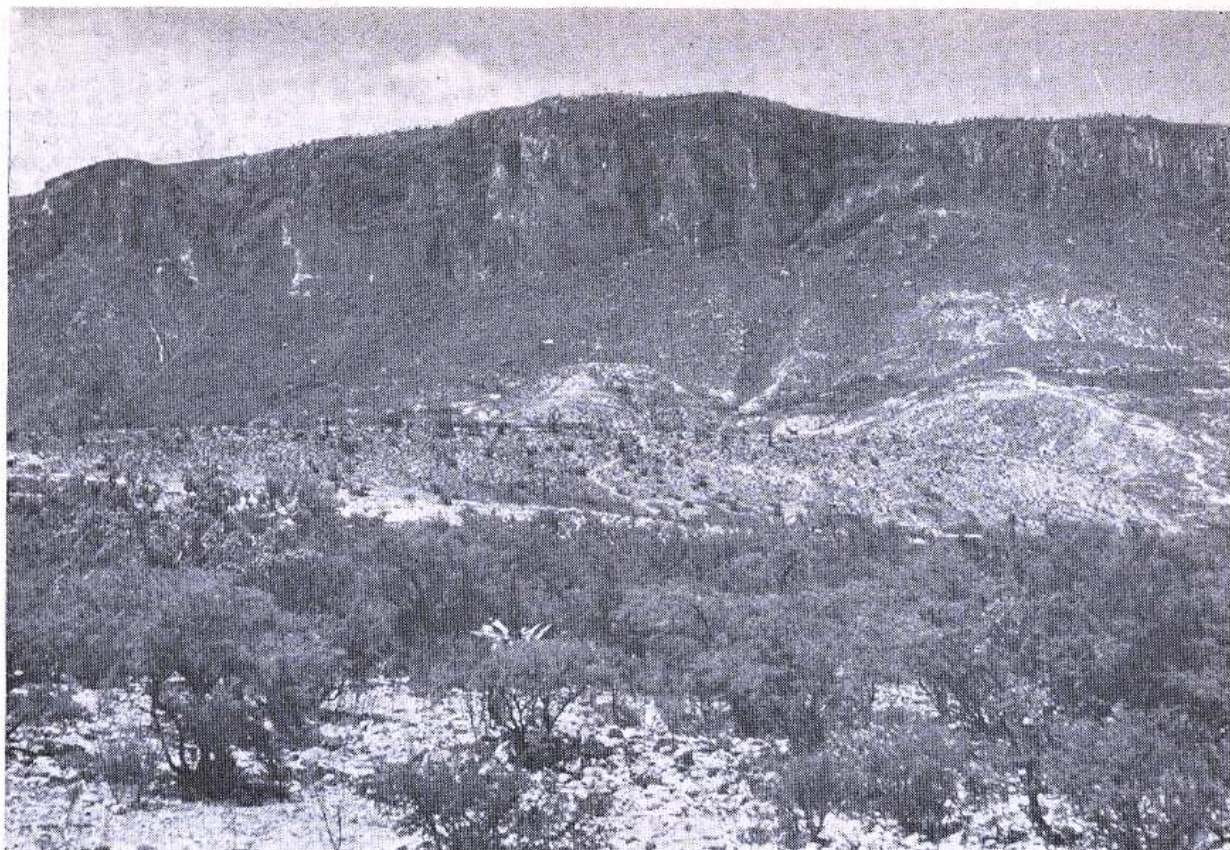
La evaluación de los recursos naturales de la región de San Juan Raya, permitirá conocer los medios con que cuenta para su desarrollo en un futuro mediano e inmediato.

En los capítulos anteriores se dan las bases para evaluar, sobre todo, los recursos naturales renovables que están dados, principalmente, por el clima, suelo y el agua.

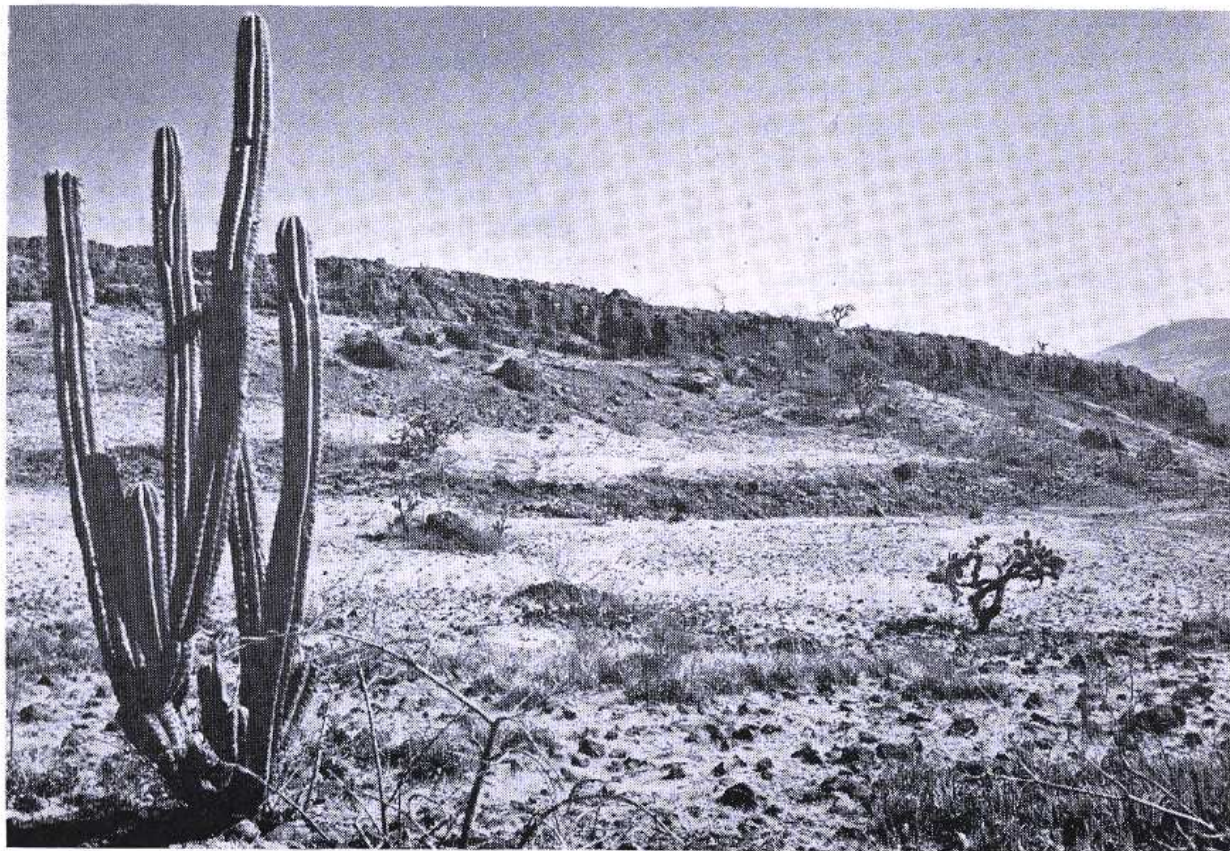
La región de estudio tiene un clima que se caracteriza por las escasas precipitaciones, las cuales están determinadas por la posición particular de la zona, ya que los vientos húmedos procedentes del Golfo de México hacen contacto con la vertiente exterior de la Sierra de Zongolica donde dejan la humedad que traen consigo, bajando después hacia el Valle de Tehuacán, en cuyo descenso, estas masas de aire se caldean para después proseguir en su movimiento hacia la Sierra de Zapotitlán en donde se localiza la Región de San Juan Raya.

En otras palabras, la Sierra de Zongolica actúa como una barrera produciendo una *som-*



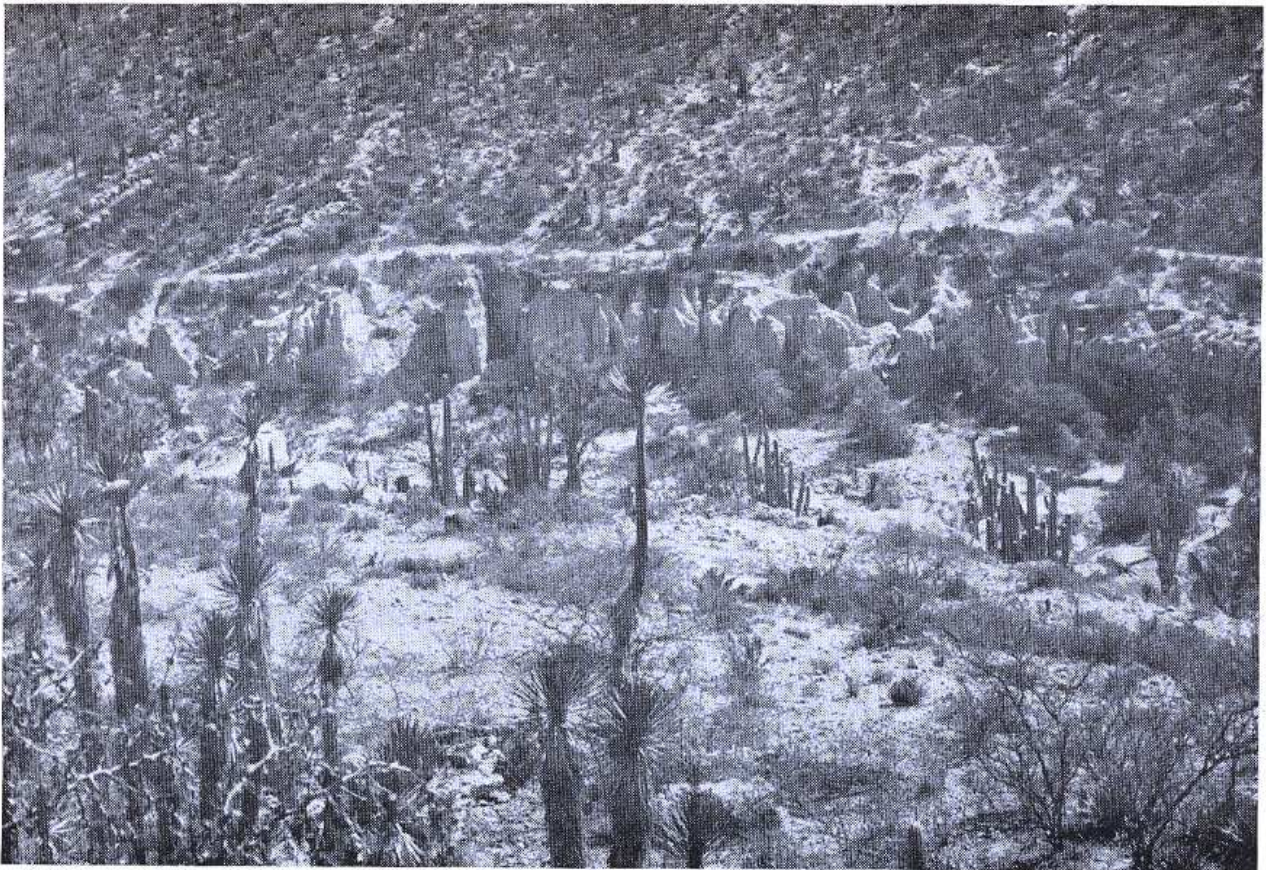


Escarpe de falla en las inmediaciones de Santana Teloxtoc.

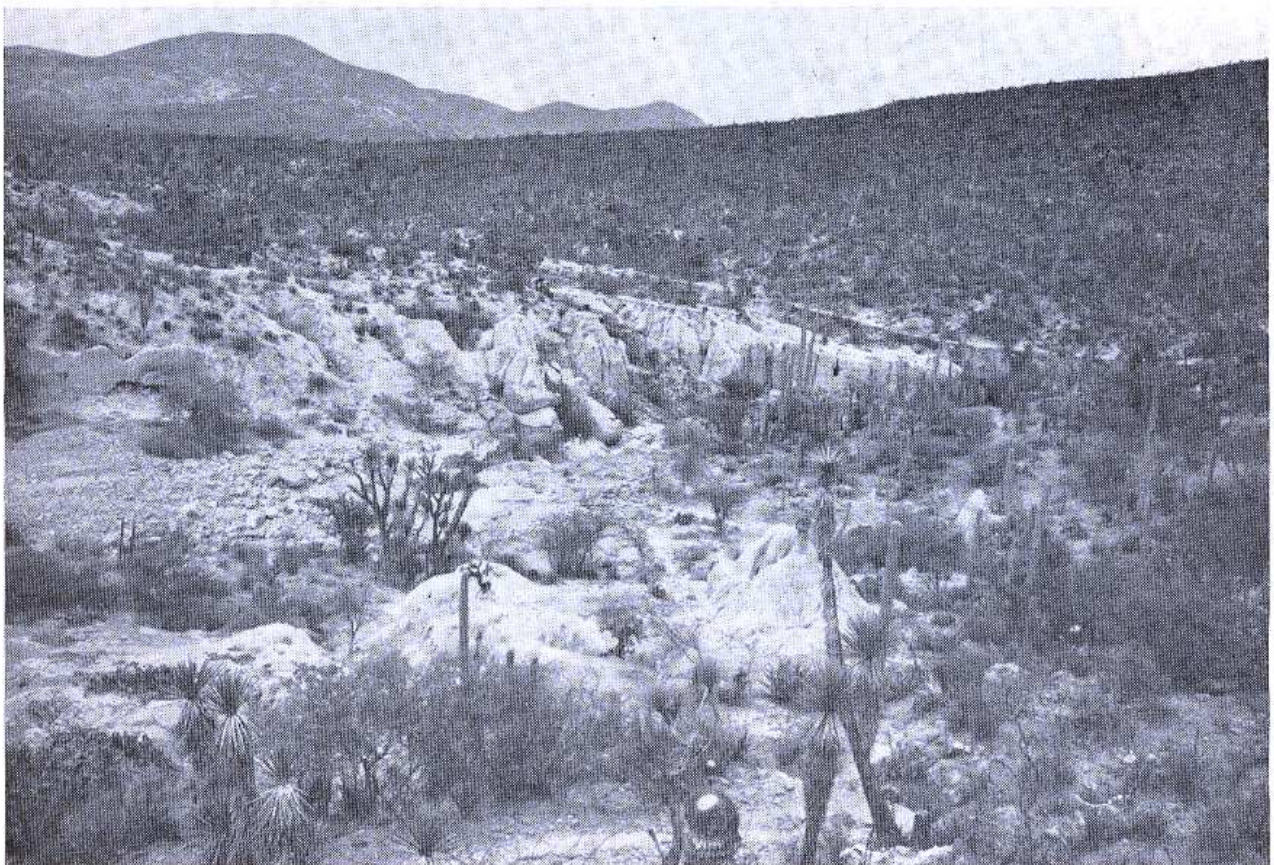


Acantilado de una antigua playa cretácica.



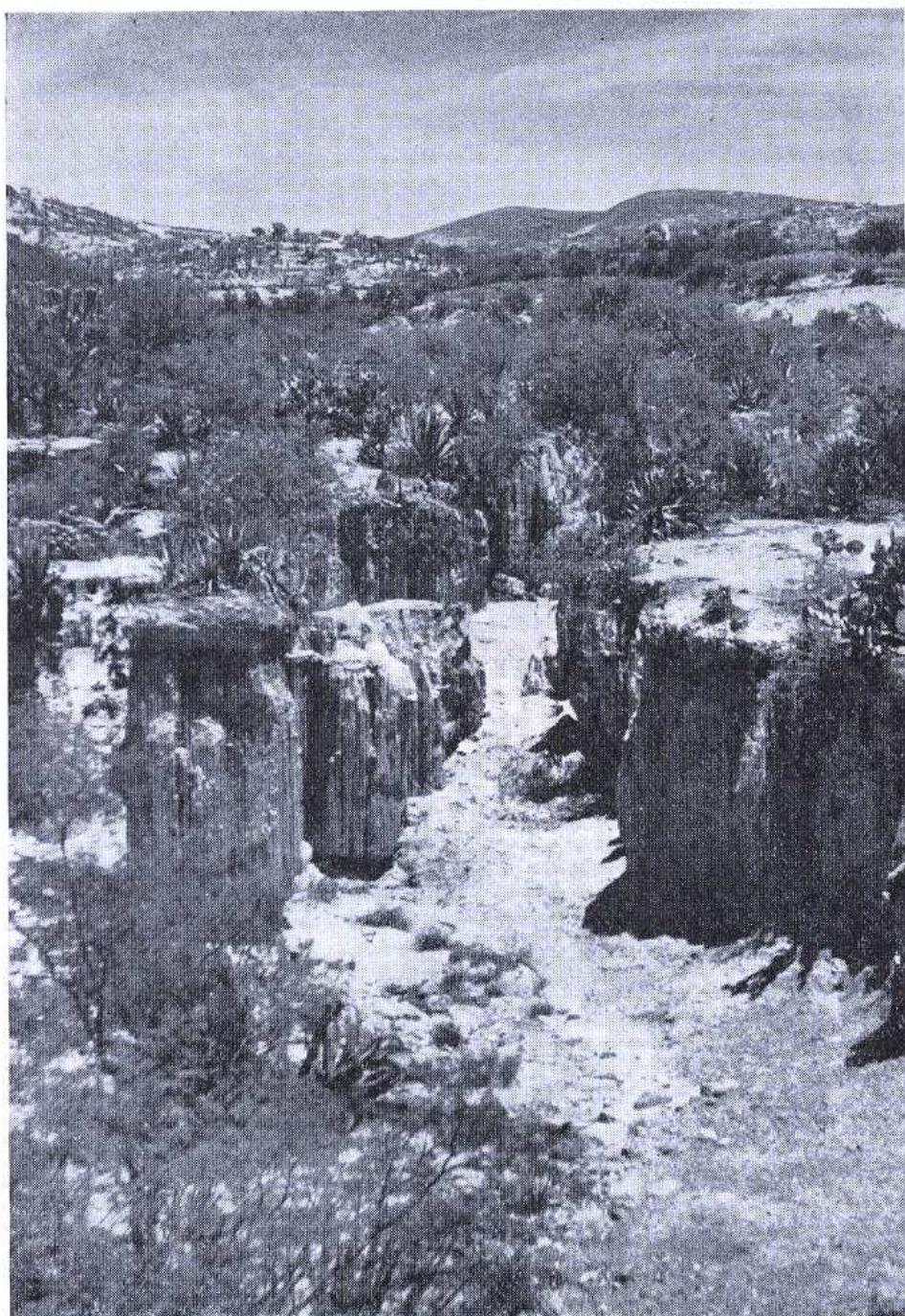


Detalle de las paredes erosionadas de la Barranca Grande de Zapotitlán.



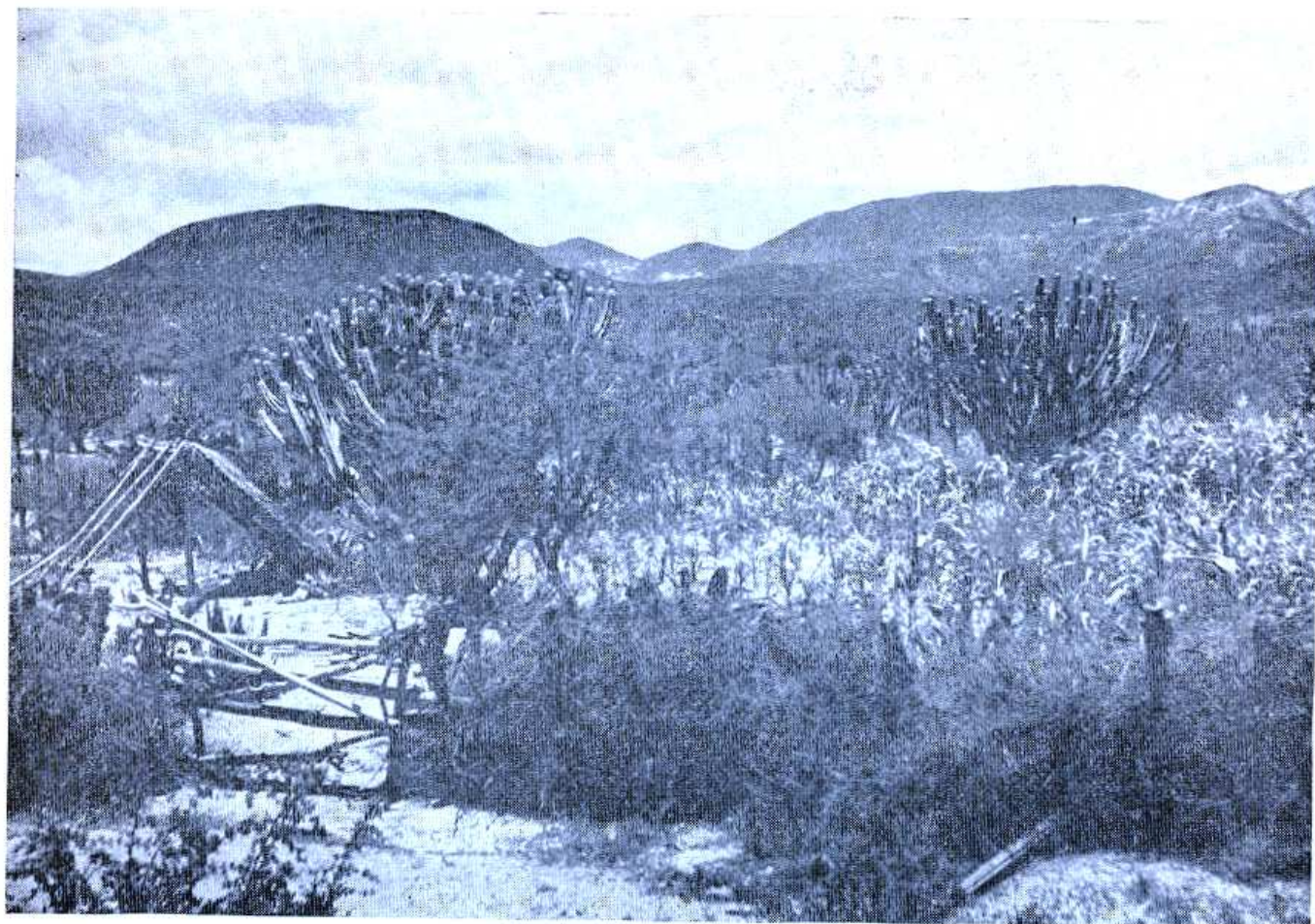
Zona erosionada de una sección de la Barranca Honda, en las inmediaciones de San Juan Raya.





Detalle de las paredes de la Barranca Honda, donde la erosión vertical ha sido intensa.





Aspecto de un cultivo de maíz, con refugio provisional y cerca de órganos y matorral espinoso.

*bra eólica* que afecta al Valle de Tehuacán y a la Sierra de Zapotitlán. Por esta razón, el clima determina una vegetación con características xerófitas y una agricultura en donde el ciclo agrícola está determinado por la estación en la cual se presentan las escasas lluvias estacionales.

El valor agrícola del suelo de la región es en general pobre, con características propias que le imprime el clima y otras como pedregosidad y pendiente que limitan su productividad.

Las tierras de temporal se circunscriben a pequeños predios intermontanos los cuales son explotados con métodos arcaicos y que originan una agricultura eminentemente de manutención.

Por otra parte, la tenencia de la tierra —comunal— le imprime un sello de agricultura seminómada. Los beneficiarios tienen posesión de extensiones cerriles en las cuales se encuentran pequeñas zonas aisladas susceptibles de

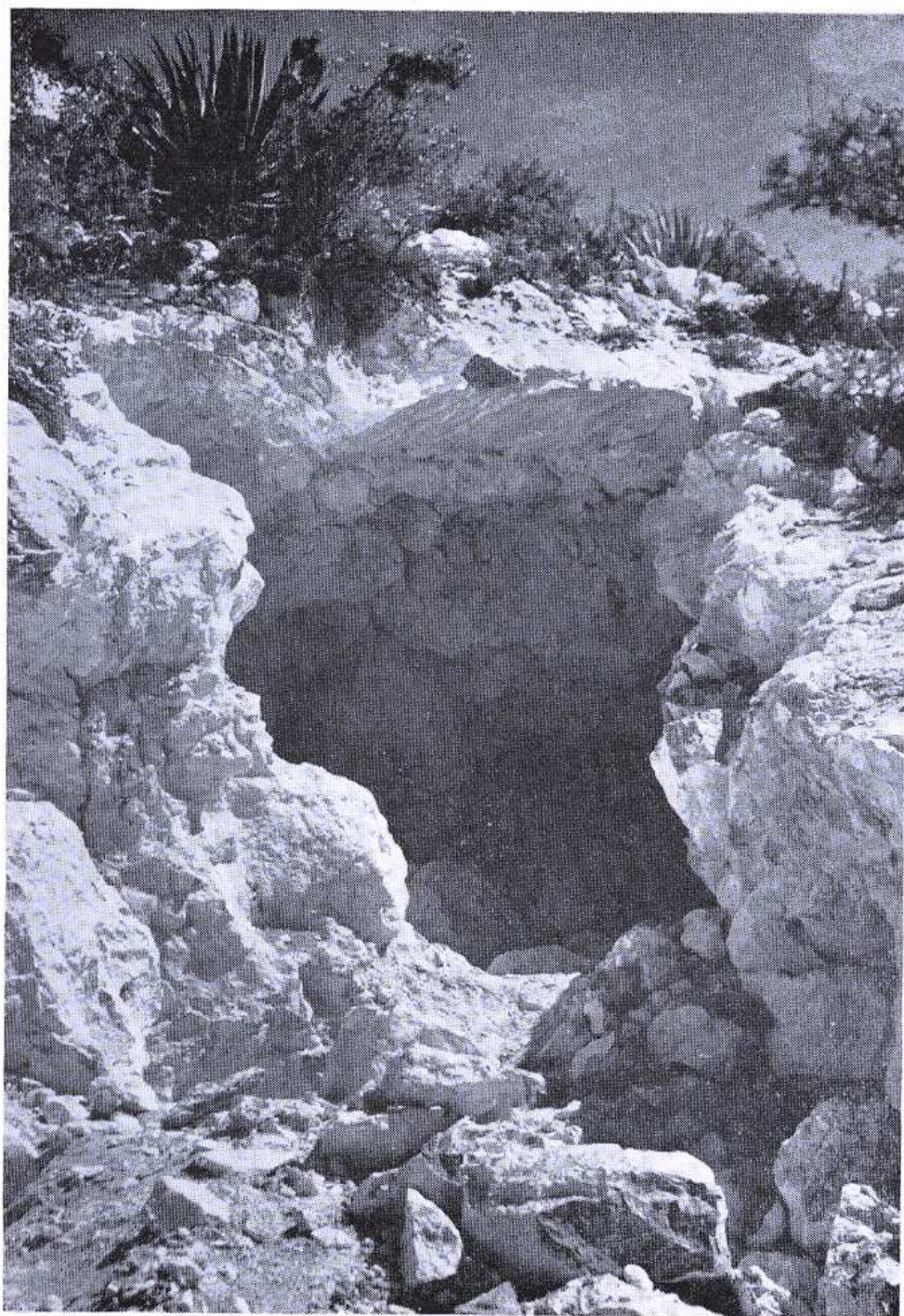
ser cultivadas que obligan a los integrantes de la comunidad a trasladarse de predio en predio en los que construyen viviendas improvisadas a manera de refugios temporales.

Sin embargo, el paisaje agrícola no está constituido en su totalidad por tierras de temporal presentándose también tierras donde es factible una primitiva irrigación y que le comunica al paisaje las características de verdaderos oasis verdes que contrastan con el paisaje circundante.

El recurso renovable agua, al igual que el suelo, adquiere la fisonomía peculiar que el clima le imprime a la región y que en la zona de estudio adquiere una plusvalía por su escasez.

Los escurrimientos superficiales se circunscriben a pequeños arroyos intermitentes los cuales presentan un estiaje dramático que hace pensar en la ironía de la denominación de ríos a corrientes que muestran el precioso líquido sólo de trecho en trecho, ya que en la





Cantera en explotación en las inmediaciones de Santana Teloxtoc.



mayor parte de su recorrido el agua corre enmascarada bajo una gruesa capa de aluviones de la que brota donde las condiciones litológicas lo permiten.

Los principales recursos naturales no renovables con que cuenta la llamada región de San Juan Raya son principalmente: ónix, diversas piedras para construcción, caliza, talco, yeso y sal común.

Los yacimientos más importantes de ónix se encuentran en las inmediaciones de San Antonio Texcala, caracterizándose por su blancura y por un vetado grisáceo que aumenta su atractivo en los objetos elaborados en los talleres de artesanía familiar de la zona.

En las inmediaciones de Santana Teloxtoc, el mármol es de un color café ocre que llaman *ámbar* en la localidad y es por su belleza y dureza la piedra que más alta cotización tiene en la región.

La explotación de las canteras le da una fisonomía peculiar a los cerros de la región, los cuales aparecen con pequeñas máculas en donde, de una manera primitiva, extraen este material, las más de las veces empleando únicamente barretas, marros y cinceles con los que van horadando socavones estrechos e inseguros.

La piedra caliza es abundante en toda la región explotándose de la misma manera rudimentaria que el mármol. Esta roca caliza es triturada y tamizada en las inmediaciones de la ciudad de Tehuacán en donde se selecciona según el uso que se le va a dar.

Los cerros de El Lobo, Borrego y Gordo, al norte de la rancharía de San Juan Raya presentan un suelo calizo muy pedregoso en donde se desarrolla una vegetación dominada principalmente por izotes (*Yucca sp*) y biznagas (*Ferocactus sp*) de gran tamaño. El abundante material calizo es utilizado por los vecinos de San Lucas Teteletitlán para hacer las bardas de sus casas y señalar los límites de sus propiedades.

Los yacimientos de yeso conocidos se localizan en la zona comprendida entre Tehuacán y San Antonio Texcala y los de talco en los alrededores de Xochiltepec al sur de Zapotitlán Salinas.

Otro recurso importante que caracteriza a la región es la explotación de sal común. Al igual que los demás recursos su explotación es rudimentaria. Las principales salinas se locali-

zan en la zona comprendida entre San Antonio Texcala, Zapotitlán y San Gabriel Chilac.

## POBLACIÓN

La distribución de la población, en la zona que nos ocupa, es fundamentalmente rural. El municipio de Zapotitlán con una extensión superficial de 485 km<sup>2</sup>, soporta una población de 5 618 habitantes; lo que significa una densidad media de 11.6 habitantes por kilómetro cuadrado (censo 1970).

Es notable observar que a través de 30 años la población del municipio se ha mantenido casi constante, pues sólo muestra un aumento de 942 personas en ese lapso. Las características culturales de su población, es decir, su grado de atraso, se manifiesta en que sólo el 38% de los habitantes que residen en la zona son alfabetas.

La población económicamente activa representa el 43% del total que reside en el municipio, población que, en la mayoría de los casos, no tiene fuentes de trabajo, ni tierras aptas para practicar la agricultura de manera que la población emigra constantemente, sobre todo los hombres que dejan su familia para buscar trabajo en las poblaciones cercanas, sobre todo en Tehuacán.

El español es el idioma que hablan en toda la zona, registrando, el censo de 1970, 18 mixtecos y tres totonacas.

Entre las características de alimentación y calzado destaca el hecho de que sólo el 25% de la población total usa zapatos lo que indica el bajo poder adquisitivo de los habitantes de la zona.

Por la categoría política de las localidades del municipio, se tiene una villa que es la cabecera municipal, Zapotitlán con 928 habitantes, cuatro pueblos, dentro de los cuales el que registra mayor número de habitantes es el de Los Reyes Metzontla.

Cabe señalar que en este pueblo se observa una mayor actividad, las casas son de adobe, ladrillo y teja, bien construidas y en casi todas ellas se observan montones de piedras de construcción ya que la ocupación de los habitantes es la explotación de las canteras cercanas.

De las ocho rancherías censadas, las más importantes son las de San Martín y la de Noti-



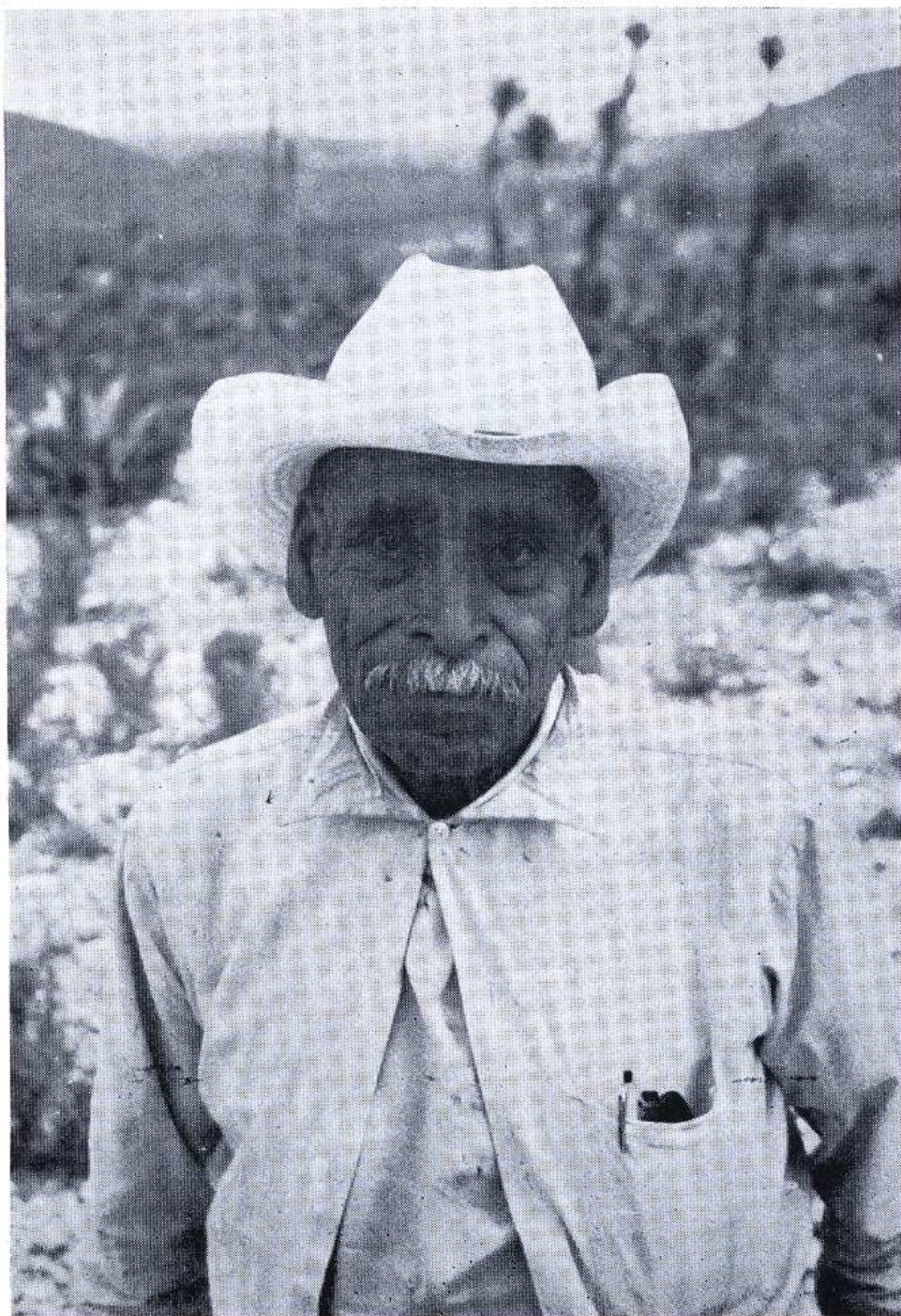


Señora de Santana Teloxtoc. Nótese en el ángulo inferior izquierdo un montón de caracoles fosilizados.



Familia residente de Santana Teloxtoc.





Campesino de San Lucas Teteletitlán.



tlán, ambas con una población inferior a 500 habitantes. También se registran cuatro barrios que posiblemente se asocien a Zapotitlán.

Debe hacerse mención del hecho que la villa de Zapotitlán registró en el censo de 1900 una población de 1 400 habitantes los que, 60 años más tarde han quedado reducidos a la mitad. Esto confirma el hecho de que la población que ahí nace, emigra hacia otros lugares en busca de fuentes de trabajo. En contraste, se puede mencionar el hecho de que la población de Los Reyes Metzontla se ha duplicado en el mismo lapso y que esto se debe a que los habitantes de esa población sí encuentran una actividad productiva que desarrollar y aun cuando tienen que trabajar en condiciones precarias encuentran un sustento seguro para su familia. Asimismo el pueblo de San Antonio Texcala ha aumentado su población. Actualmente, es el poblado más activo del municipio, existen alrededor de 30 talleres que trabajan el ónix y ya se observa un poblado con servicios, tienen luz eléctrica y agua en las casas.

## HABITAT

El habitat rural es la forma en que residen y distribuyen las poblaciones que habitan en el campo y que en la mayoría de los casos viven del campo.

Este concepto fue concebido inicialmente, por oposición al de habitat urbano, sobre bases cuantitativas que no se ajustan, la mayoría de las veces a la realidad y que sólo tienen sentido para fines estadísticos generales cuando se pretende efectuar la distribución de la población urbana y la rural de un país o de una región determinada.

"El habitat rural corresponde a pequeñas unidades desde el punto de vista cuantitativo, de la dimensión de una familia a la de un grupo, familiar o no, de varios centenares o hasta de varios miles de personas de ciertos tipos de estructuras sociales." \*

La vivienda es la unidad más pequeña incluida en el habitat y constituye dentro de las diversas formas de habitat, agrupaciones de ca-

racteres diferenciados que proceden de la desigualdad del nivel de vida.

Un estudio del habitat y de la vivienda puede ser emprendido a nivel geográfico, sin excluir por eso el interés sociológico. Tomando en cuenta tipos cuantitativos y cualitativos se pueden diferenciar:

1) El habitat disperso que es la vivienda aislada o asociada a un pequeñísimo grupo de viviendas.

2) El pueblo que es un grupo de viviendas y al mismo tiempo una comunidad, cuyo medio activo y pasivo es un medio rural.

3) La ciudad que por sus dimensiones y caracteres heterogéneos, tanto a nivel funcional como al de estructuras sociales, se aparta del medio rural.

La vivienda aislada (habitat disperso), es poco frecuente en las sociedades rurales primitivas en donde se hace necesario el agrupamiento para defenderse de las condiciones adversas del medio. Sin embargo, este habitat es frecuente en países poco desarrollados sobre todo en zonas que han quedado aisladas. Este aislamiento implica en sí un comportamiento social al que refuerzan y amoldan los factores de este aislamiento, modos de explotación y ocupaciones.

La forma de habitat de la mayoría de las poblaciones campesinas es el pueblo. Se presenta, en primer lugar, como un elemento fundamental del paisaje rural. Es al mismo tiempo un lugar de desarrollo de la vida colectiva de la comunidad y de la vida particular de cada familia o de cada grupo familiar de base.

El habitat disperso es, según parece una forma original de poblamiento rural. Sin embargo, el predominio de habitat disperso en una zona determinada no excluye la presencia del habitat agrupado.

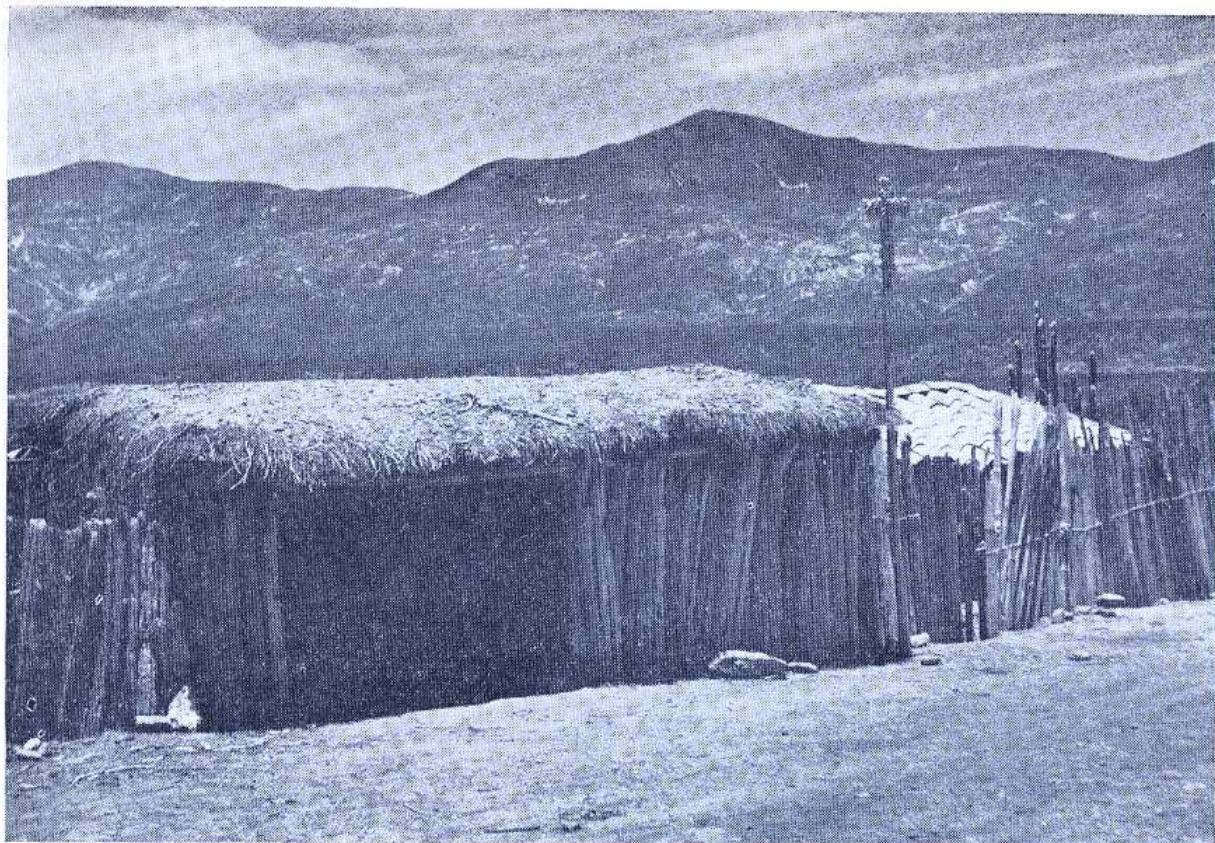
En el municipio de Zapotitlán, y debido a la ocupación de la tierra de tipo comunal, existen el habitat disperso y el habitat agrupado.

En toda la zona, la casa, en el habitat disperso es de la misma forma utilizando siempre los materiales que abundan en la región.

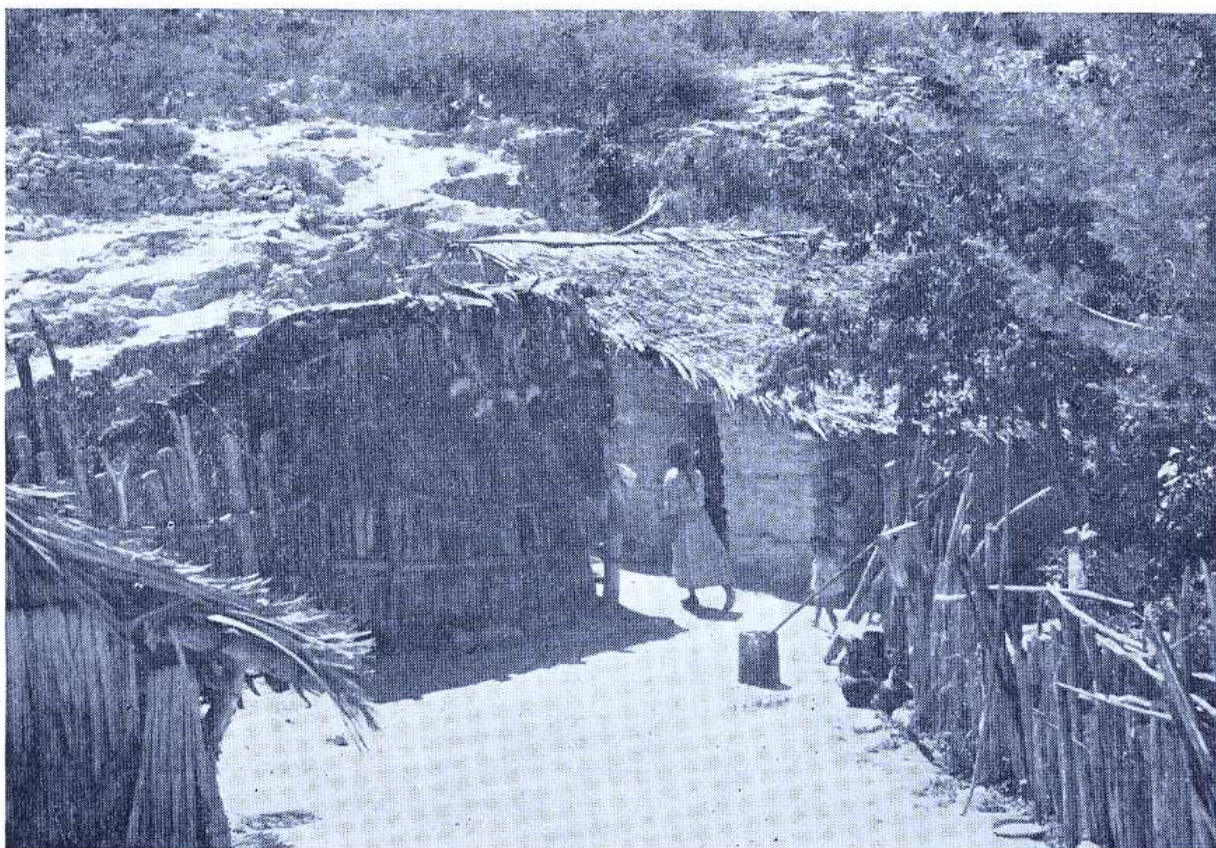
Las paredes de la casa están hechas de palos clavados verticalmente en el suelo, colocados uno al lado del otro. Estos palos son de órgano (talihuale) y en los techos se utilizan los mismos palos cubiertos de palma de izote. En algunas casas se observan techos cubiertos

\* George, P., Sociología y Geografía. Ediciones Península, Barcelona, 1969.





Habitat con techo de tierra y ramas de pirul, en la desviación a San Juan Raya.

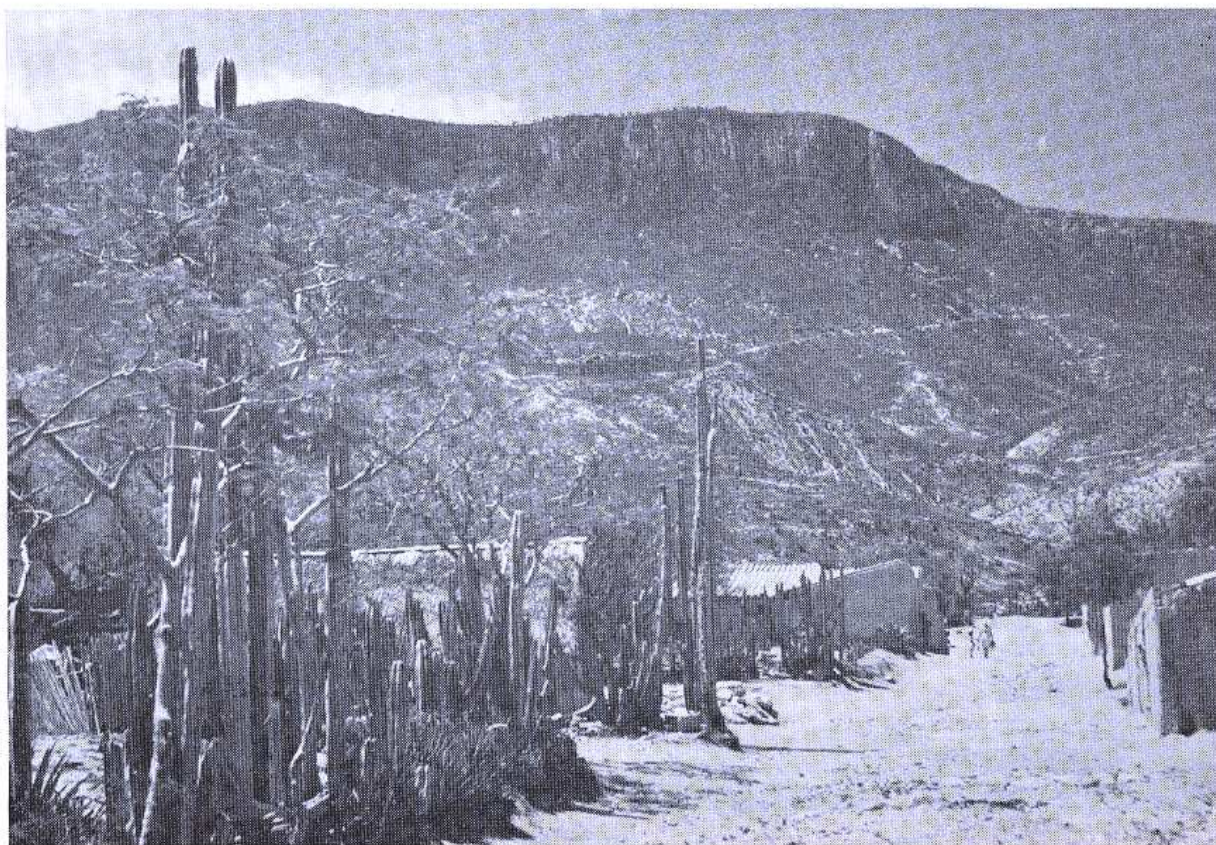


Habitat de paredes de talihuale y techos de palma de izote; al fondo una casa con paredes de piedra caliza, con techo inclinado de un agua cubierto de palma, que sirve de dormitorio.





Detalle de dos casas de diferente construcción y diferente material en Santana Teloxtoc.



Aspecto de una calle de Santana Teloxtoc, con cercas de órganos.



de tierra y en cuyas orillas se intercalan ramas de pirul para evitar que la tierra resbale.

La casa consta de una pieza, con piso de tierra, en donde hay, a veces, una cama de tablas cubierta con un petate o simplemente el petate en el suelo, un banco o una silla constituyen el modesto mobiliario.

A un lado de la pieza, existe otro pequeño espacio, la cocina hecha en la misma forma, con un fogón en el suelo y unos cuantos recipientes de barro. A veces, existe un lugar, un poco separado de la casa para encerrar sus chivos, cercado igualmente de palos de tilihuale. En el habitat disperso no son frecuentes las cercas, sólo se observan éstas en los pequeños lugares en que, habiendo un poco de suelo, se puede practicar la agricultura. Estas cercas son de órgano o de ramas espinosas de las leguminosas que son abundantes en la zona, que impiden que los animales destruyan los raquíuticos cultivos.

En el habitat agrupado, rancherías y pueblos ya se observa una disposición de las casas alineadas en calles, teniendo como lugar principal, la iglesia y a veces una escuela.

En las casas los materiales pueden cambiar a adobe y siempre hay una cerca de palos o piedras para separar las propiedades.

Las poblaciones de San Antonio Texcala y Zapotitlán que están sobre la carretera que une a Tehuacán con Huajuapán de León, las casas cambian por completo tanto en la forma como en los materiales utilizados.

Las paredes ya son de adobe y aplanadas y el techo de bóveda con ladrillo o concreto o simplemente de tejas.

En este habitat ya es posible distinguir calles y la iglesia sigue siendo el lugar más importante y mejor conservado de la población.

En la zona, los poblados se encuentran localizados en las inmediaciones de la Barranca de Zapotitlán en donde encuentran el agua que necesitan para preparar sus alimentos y para lavar y bañarse. Esta, aun cuando no es abundante, a veces resurge de la gruesa capa de aluviones que la enmascara. Otros poblados se localizan cerca de la carretera y éstos son los que tienen ya luz eléctrica y agua como San Antonio Texcala y Zapotitlán Salinas.

La mayor parte de estos pequeños grupos de población se sitúan por debajo de los 1 750 m de altitud a excepción de Los Reyes Met-

zontla y Xochiltepec que se localiza por encima de este límite.

## ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Las actividades económicas de la región de San Juan Raya están determinadas principalmente por el medio geográfico y dependen de los precarios recursos que la zona brinda a sus residentes, los cuales obtienen lo elemental para subsistir empleando técnicas muy atrasadas, roturando apenas la tierra, elaborando una artesanía familiar o arrancando materialmente al cerro los distintos tipos de roca de la región.

Dentro de las actividades económicas primarias, la agricultura es básicamente de manutención, practicándose sólo en pequeños predios aislados y con técnicas muy rudimentarias.

Básicamente se cultivan maíz y frijol de temporal de los cuales se obtienen cosechas de bajo rendimiento por hectárea y las más de las veces sólo proporcionan forraje.

Debido a la aridez del clima, la vegetación dominante de matorral bajo espinoso proporciona sustento a una incipiente actividad pecuaria constituida por rebaños de caprinos. Estos proporcionan leche, carne, queso; pero esta industria no es peculiar de la zona ya que sólo un número reducido de personas tienen algunos animales. El cuero de estos caprinos es utilizado para almacenar y transportar el pulque que obtienen de magueyes que se desarrollan en donde las condiciones del suelo son favorables.

La vegetación natural de la zona proporciona materia prima para elaborar algunos productos. De la palma llamada *izote* se obtiene una colchoneta vegetal llamada *coco* que se utiliza para evitar que las sillas de montar o la carga que transportan los burros los lastimen. Este coco se obtiene del corazón del tronco del izote el cual se maja golpeándolo para extenderlo obteniendo así una cubierta que alcanza hasta metro y medio de ancho.

Del agave ixtlero se obtiene el material para fabricar lazos. Las pencas se cortan y asan, después se raspan sobre una tabla para limpiar totalmente la fibra, posteriormente ésta se tuerce y se teje. Finalmente se lava para que la cuerda quede blanca. Estas sogas son



suaves y se utilizan para amarrar los palos con los que construyen sus casas o para bozales de los animales.

De la palma de sombrero (*Brahea dulcis*), se obtiene la materia prima para elaborar tenates y petates. Esta manufactura la realizan las mujeres y constituye una actividad constante ya que hasta cuando van en el camino tejen estos objetos.

Una vez tejidos los tenates se hierven para suavizarlos y blanquearlos.

El precio que reciben es muy bajo, los entregan en Tehuacán en las jarcierías en donde les pagan de nueve a 12 pesos la docena. Estos tenates miden aproximadamente 40 centímetros de alto y 25 de diámetro y son utilizados en la pizca del café veracruzano.

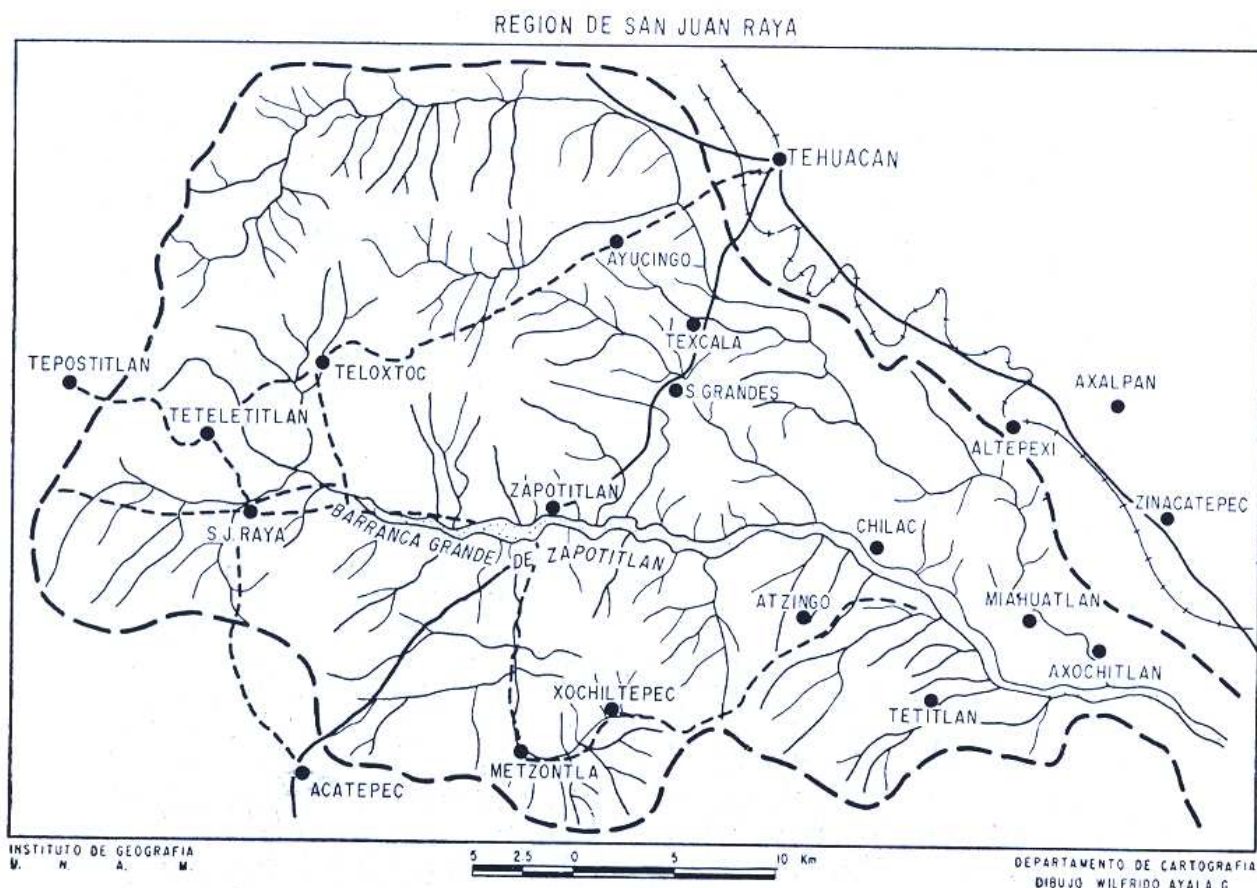
La palma de sombrero no es común en la zona ya que esta planta crece en el límite entre climas calientes y templados de manera que hay que subir hasta más de 2 000 metros de altitud para encontrarla. Debido a esta circunstancia puede inferirse el costo, en esfuerzo, que tiene este material.

Otra actividad económica de la región es la explotación de las salinas. El agua de escurrimiento de las salitreras trae en solución una gran cantidad de cloruro de sodio proveniente de antiguos depósitos cretácicos. Esta agua se canaliza recogiendo en espejos de agua en donde se deja evaporar. Durante este proceso es necesario remover constantemente los sedimentos para evitar que se forme una costra compacta. Esta labor se realiza normalmente sin ninguna protección, con los pies desnudos y con una vara de talihuale.

La sal de grano obtenida es muy blanca y se vende, principalmente, en el mercado de Tehuacán.

En la zona existen depósitos de ónix los que generalmente están recubiertos de una capa de caliche la cual hay que remover para extraer ese material.

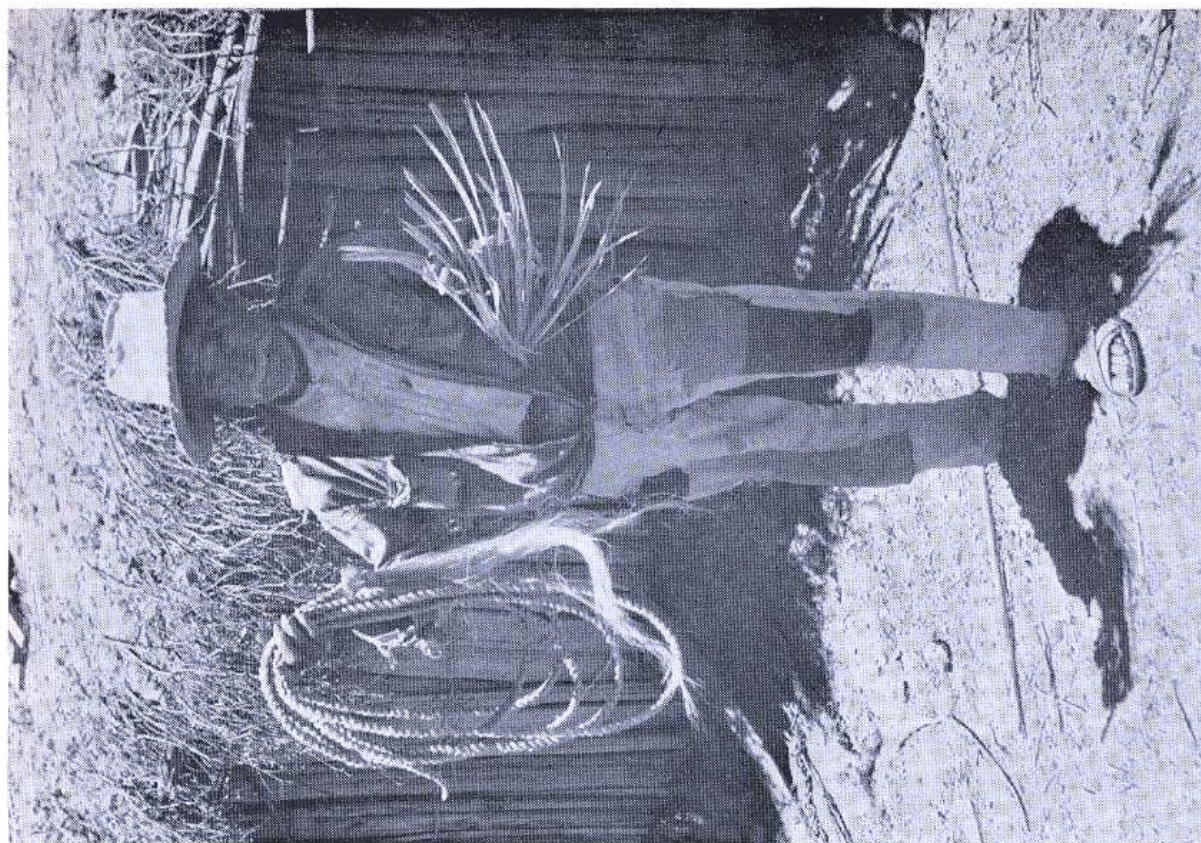
En San Antonio Texcala existen cerca de 30 talleres pequeños donde se corta y pule el ónix para fabricar objetos decorativos. Los recortes del ónix se trituran y se utilizan para fabricar terrazos.







Señora tejiendo un petate de palma.



Campesino mostrando un lazo de ixtle y la palma de sombrero.





Artesanía familiar de tejido de cestos de palma.



Aspecto de la venta de palma de sombrero, en el mercado de Tehuacán.



También son frecuentes los depósitos de yeso y talco, materiales que se extraen para llevar a Tehuacán en donde se industrializan.

Otra actividad productiva de la zona la proporcionan las piedras de construcción, principalmente calizas y mármoles de diferentes coloraciones.

## DESARROLLO DE LA COMUNIDAD

Con el propósito de planear la iniciación de verdaderas comunidades rurales en la región, el planteamiento técnico del proyecto debe considerar aspectos socioeconómicos con el propósito de lograr los siguientes objetivos:

- a) Evitar la emigración
- b) Crear nuevas fuentes de trabajo
- c) Posibilidad de incrementar la agricultura
- d) Facilitar los programas de asistencia social
- e) Mejorar las condiciones higiénicas y sanitarias
- f) Elevar el nivel de vida y mejorar la vivienda, con el propósito de arraigar al hombre en su medio
- g) Elevar el nivel económico de la población mediante el aprovechamiento de todos los recursos naturales y humanos disponibles, dotando al campesino de una base cultural sólida que facilitará el desarrollo deseado.

### *Caminos*

Construir un camino de penetración de grava de tres metros de ancho con una longitud aproximada de 20 kilómetros, el que unirá rápidamente Zapotitlán con San Juan Raya.

Partiendo de Zapotitlán se sigue la carretera que va a Huajuapán de León hasta el lugar llamado Rancho de la Ciénega, de donde se desviaría hacia la derecha pasando por la Barranca de Zapotitlán y avanzando hacia el oeste para llegar a San Juan Raya.

A efecto de elevar el nivel de vida de toda la zona se construirá un camino semejante partiendo de Zapotitlán hacia Caltepec. El camino uniría los Reyes Metzontla y Xochiltepec. La longitud de este camino se calcula en 20 km.

Otros caminos secundarios, podrían construirse, a Santana Teloxtoc y a San Lucas Teletitlán partiendo de San Juan Raya.

### *Agua potable*

Una de las metas inmediatas debe ser la de proporcionar a los habitantes de la región, el agua necesaria para la alimentación y su aseo.

Como los núcleos principales se localizan cerca de la Barranca de Zapotitlán es fácil encontrar agua. En la actualidad, la recogen de algunos lugares, en donde brota el agua de entre los aluviones, donde también sirven de abrevaderos; pero no se observa ninguna regla sanitaria ya que tal como se recoge en cántaros se almacena y se utiliza sin precaución alguna.

Se requiere realizar algunas obras hidráulicas a fin de canalizar esa agua y conducirla a algún depósito, en donde, después de filtrarla y clorarla se distribuya al pueblo por cañerías.

El costo de la mano de obra sería ínfimo ya que los usuarios con gusto trabajarían para obtener este beneficio.

Para mejorar el aseo personal deben construirse baños y lavaderos públicos.

### *Electricidad*

Sin lugar a duda, la electrificación rural requiere de grandes inversiones de las cuales no debe esperarse utilidad alguna a corto plazo, ya que por no tener capacidad de consumo suficiente, tomando en cuenta el bajo nivel económico de la población residente, la inversión sólo debe calcularse como de beneficio unilateral. Sin embargo, y tomando en cuenta las metas del actual gobierno, por lo menos los grupos que cuentan con 500 habitantes deben beneficiarse con algunas mejoras.

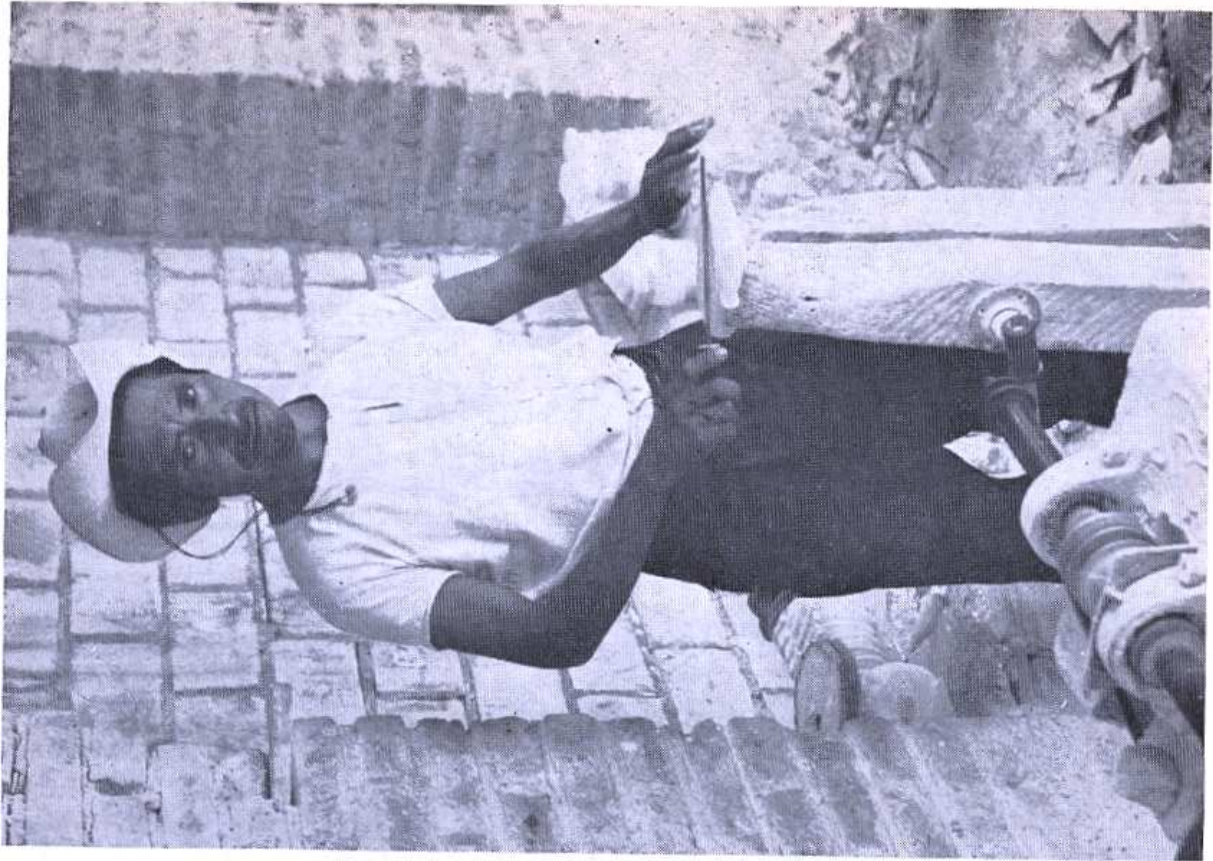
Los beneficios obtenidos conducirían:

- a) Un aumento de la capacidad económica de la población a través de un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.
- b) Creación de nuevas industrias pequeñas con el consiguiente aumento de la producción por la facilidad de mecanizar los equipos de trabajo de los talleres así como en la explotación de los recursos naturales.
- c) Evitar la migración de la población del campo a las ciudades y con ello el desempleo ya que con electricidad tendrán mayor atractivo en el campo.
- e) Los habitantes de la zona, tendrían acceso a los medios de comunicación (radio y



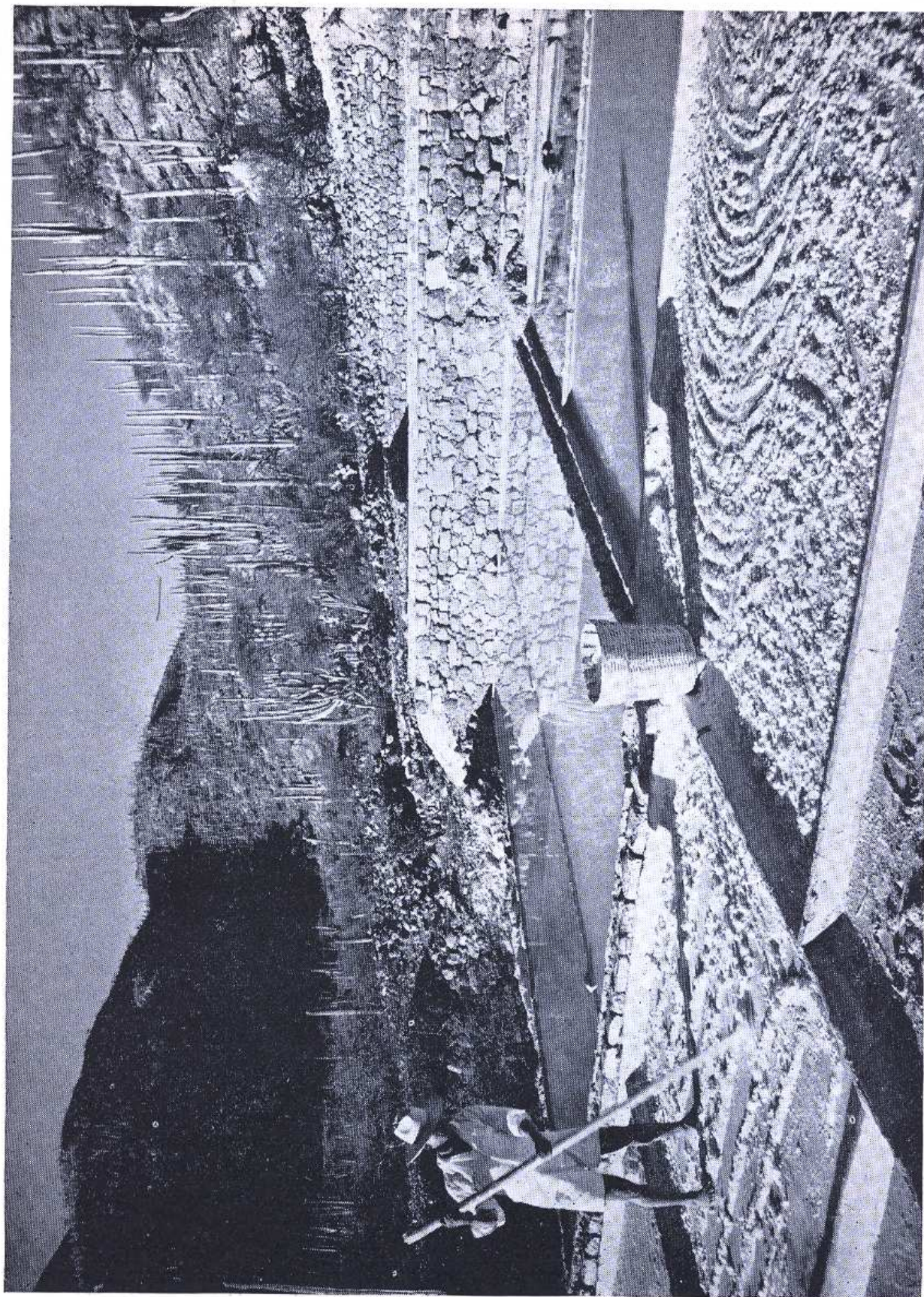


Herramientas utilizadas en la explotación de canteras.



Artesanía de ónix en San Antonio Texcala.





Diferentes etapas en la explotación de salinas en Zapotitlán.



televisión), que repercutirían en una mejor educación y cultura.

El programa de electrificación rural de la CFE en la República Mexicana para 1971 considera 1 820 localidades entre villas, ejidos y colonias proletarias.

En la región, los poblados que se beneficiarían con la electrificación serían: la Mesa, Xochiltepec, los Reyes Metzontla, San Pedro Atzumba y San Juan Raya. Esta última Ranchería no reúne la población que se exige para dotarla de este servicio pero es aquí donde se planea instalar una infraestructura que conduzca al desarrollo de la región.

### *Sanidad*

En este sentido debe emprenderse una campaña activa y urgente para dotar a la región de los servicios más indispensables como son:

—La construcción de un depósito tapado para almacenar el agua.

—Construir fosas sépticas.

—Construir casetas para baños

—Construir lavaderos públicos.

—Aconsejar que mientras no se construya el depósito para el agua ésta sea hervida antes de usarse.

Es necesario y casi urgente establecer un centro regional de salud que se sitúe en la cabecera municipal. Es penoso ver a la gente enferma, niños y ancianos que tienen que ser transportados con dificultad a Tehuacán para ver al médico o para comprar medicinas en la farmacia.

### *Desarrollo de nuevas fuentes de trabajo*

Para lograr este desarrollo es necesario, antes de todo, contar con los servicios indispensables: agua, electricidad y caminos. Podría instalarse una laminadora de mármol y la fábrica de terrazos podría ampliarse en el lugar en que actualmente se encuentra, en la carretera entre San Antonio Texcala y Zapotitlán y otra en los Reyes Metzontla.

Una vez que existiera el camino, se obtendría mano de obra segura de los alrededores.

Los talleres de artesanías de ónix podrían incrementarse, tanto en número como en tamaño; tal vez agrupando los existentes en cooperativas para que su producción abasteciera parte del mercado nacional. El poblado de

San Antonio Texcala puede ser el centro productor de esta artesanía, diversificando los modelos que ahora produce y mejorando técnicas.

En San Juan Raya, Santana Teloxtoc y San Lucas Teteletitlán se podría mejorar la artesanía de tejidos de palma, haciendo esteras y cestos decorados. El tejido podría hacerse más fino, cortando las hojas de palma más delgadas y una vez pintadas de colores fuertes, tejer formando figuras que le darían mejor vista y podrían ser pagadas a mejor precio.

En San Juan Raya y utilizando los innumerables fósiles existentes se podría implantar una artesanía a base de los caracoles pequeños, limpiando éstos y haciendo dijes, pulseiras, prendedores, aretes, etc. trabajando éstos con alambre dorado o plateado. Para esto se podrían enviar a México, a unos jóvenes, hombres y mujeres, a aprender este tipo de bisutería.

Con los fósiles de mayor tamaño se podrían hacer objetos decorativos: ceniceros, portaplumas, pisapapeles, lámparas, etc. y en combinación con piedras de mármol y ónix que son comunes en la zona.

### *Programa de la vivienda rural*

A efecto de mejorar la vivienda en la región se podría desarrollar un programa tendiente a:

1. Poner en práctica nuevos sistemas de construcción utilizando los materiales del lugar.

2. Capacitar y preparar al personal de la zona para la construcción y mantenimiento de las viviendas.

3. Localizar la vivienda de tal manera que estimule el sentido de comunidad sin amenazar la independencia de cada familia.

4. Determinar las diversas áreas de la vivienda rural y establecer los espacios necesarios.

5. Determinar la dirección de futuras expansiones de la vivienda.

En el campo educativo, insistir en que los padres envíen a sus hijos a la escuela. Esta, como medio de difusión y educación de diversos aspectos culturales será la base de la unión de la comunidad rural en cada centro de población.

El maestro, con la autoridad moral que posee puede realizar una labor de convencimiento y de orientación entre la población de





Camino a San Juan Raya, Puebla.



la comunidad, organizando esto bajo la meta de cooperación y ayuda mutua.

### *Apertura de la zona al turismo*

Este aspecto mediano debe ser examinado acuciosamente ya que representa una actividad económica que rendirá frutos en la medida en que la infraestructura sea planeada y ejecutada. Necesariamente se requiere de la intervención de diversos organismos oficiales que planifiquen y lleven a cabo las obras que se establezcan alrededor de este proyecto. Desde luego, habrá que contar con un decreto que establezca los límites de una zona reserva, atendiendo, fundamentalmente, al régimen de propiedad de la tierra.

El gobierno del Estado, como beneficiario de la actividad turística, deberá crear una comisión coordinada de planeación que se encargará de llevar a cabo las obras que se vayan a establecer y de acuerdo con las dependencias de Estado que intervengan.

### RECAPITULACIÓN

El Instituto de Geografía presenta en este proyecto un estudio en el cual intervienen distintas ramas de la Geografía, para integrar un plan regional piloto, con una metodología en la cual los hechos de la realidad geográfica, estrechamente ligados entre sí, son estudiados en sus múltiples conexiones.

Las referencias científicas existentes sobre la Región de San Juan Raya, proceden de los estudios realizados por Nyst y Galeotti, quienes en 1840, resaltaron el valor de la zona como una localidad fosilífera de características peculiares que la hacen única en su tipo.

La increíble abundancia de fósiles en la zona, hace que sea saqueada sin ningún orden ni concierto y en cierto modo, la recolección constituye una actividad de niños y pastores. Estos fósiles son vendidos después a los visitantes del lugar que normalmente son maestros con sus discípulos o bien son entregados en Tehuacán donde les pagan un precio irrisorio por ellos.

En este trabajo se da una idea, se traza un bosquejo muy general de la región, haciendo resaltar las características más notables de ella,

con el objeto de motivar no sólo a los estudiosos de la Geografía Regional, sino a todas aquellas personas que están en posibilidad, en alguna forma, de llevar a cabo este proyecto.

El marco de la zona dentro del cual se va a desarrollar la región, está dado por el estudio del medio físico, dentro del cual será factible determinar la mejor relación entre el medio natural y los recursos de que se disponen, para lograr una función más adecuada entre dichos recursos y la población. Asimismo, para lograr una mayor armonía entre el progreso tecnológico actual y el social, que permita que el primero sirva para acelerar el segundo.

Un plan de desarrollo requiere para su elaboración de una investigación que técnicamente proporcione información sobre las necesidades y posibilidades del área y de su población. Los fenómenos a investigar se pueden clasificar en tres grupos principales: físicos, humanos y económicos.

Para la investigación primaria, es necesario recurrir a todos los elementos disponibles, desde el análisis cartográfico hasta el reconocimiento por medio de fotografías aéreas, que proporcionan juicios de grandes estructuras, para proceder después a la encuesta directa, al muestreo *in situ*, al trabajo imprescindible de campo que va a dar el detalle real de cada fenómeno en la medida correcta, sin olvidar que los hechos de la realidad geográfica, están estrechamente ligados entre sí y deben ser estudiados en sus múltiples conexiones.

Una limitación al análisis tiende a destruir las interrelaciones entre los diferentes aspectos y a presentar varias subdivisiones, una para cada elemento, mientras que en la realidad existe un conjunto con ligas muy estrechas entre sí.

Por estos motivos, en la actualidad, es necesaria la Geografía de síntesis, donde se reúnan todos los elementos naturales y todos los elementos económicos y sociales, para definir la acción a seguir en el plan general de desarrollo.

En un sentido geográfico, se conoce como desarrollo económico, el proceso mediante el cual un país obtiene para su población mejores niveles de bienestar. A medida que se avanza en el proceso de desarrollo económico, se logra una satisfacción más efectiva de las necesidades de la población.



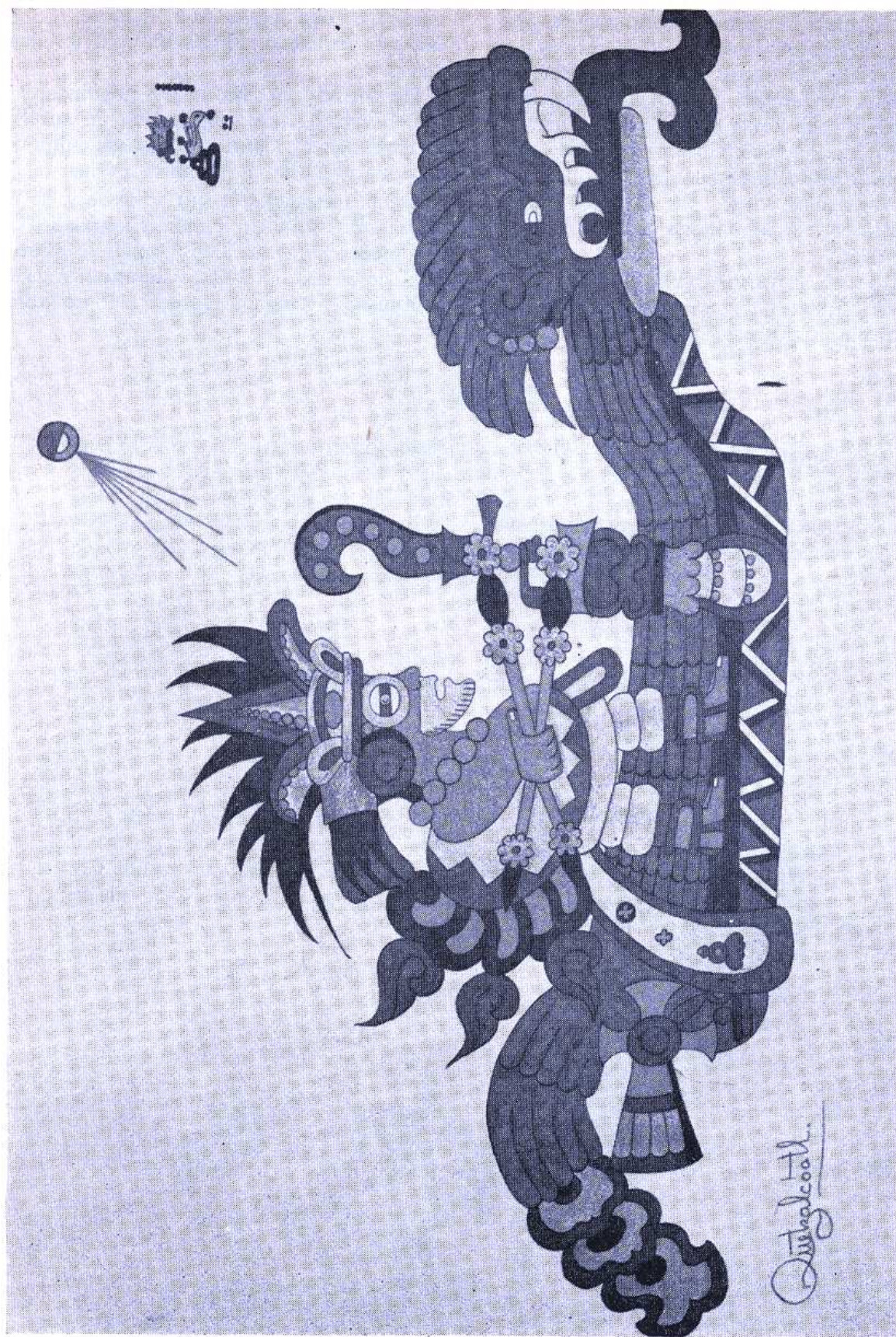


Figura de Quetzacóatl, tomado de un códice azteca. Motivos como éste se sugieren para estampar esteras de palma o ixtle.



Para alcanzar el máximo de la tasa de desarrollo, se requiere de estudios geográficos para aprovechar en forma óptima los recursos disponibles en función de las necesidades por satisfacer, y para llevar a cabo esto último, es necesario conocer simultáneamente cuáles son los recursos disponibles, la forma en que estos son aprovechados, cuáles son las necesidades por satisfacer y la importancia relativa de cada una de ellas.

Dentro del análisis sugerido en este proyecto, el estudio de la población ocupa un renglón muy importante, ya que, el principal

recurso de una región es el hombre y es por éste que realmente adquieren valor los demás recursos.

Un correcto estudio de los movimientos de la población, de sus ocupaciones, sus enfermedades endémicas, su mortalidad, su cultura, su alimentación básica, permitirá evaluar el recurso más inapreciable que se tiene y de esta apreciación será factible indicar los medios más apropiados para que estos grupos se asimilen al pleno desarrollo del país sin estratificaciones profundas y con un sentido real de justicia social.