

Datos geomorfológicos de la cuenca lacustre Zacoalco-Sayula, Jalisco

Alejandro Pastrana C.

El proyecto Prehistórico Piloto Cuenca Zacoalco-Sayula, dirigido por Richard M. Forbis y Mario Aliphath (Forbis y Aliphath 1982) del Departamento de Arqueología de la Universidad de Calgary, pretende evaluar la posibilidad de localizar fauna pleistocénica en clara asociación con materiales arqueológicos tempranos, como son las numerosas puntas de proyectil "Tipo Lerma" y acanaladas procedentes de esta cuenca lacustre.

El problema central es que los abundantes restos de mamíferos del Pleistoceno de las cuencas lacustres ubicadas en el extremo --noroeste del Eje Neovolcánico, muestran una relación espacial frecuente con materiales arqueológicos, pero aún no se ha localizado un yacimiento prehistórico que demuestre una clara asociación en contextos primarios (por lo que es importante la localización de --playas fósiles no alteradas por los constantes procesos de trans--gresión y regresión, con sus consecuentes cambios de nivel de playa), donde las estratigrafías cruzadas y discordancias como producto de procesos erosivos, dificultan la adecuada preservación.

En la primera temporada de campo, se recorrieron las lagunas de San Marcos y Zacoalco, que forman parte de la misma cuenca lacustre, divididas entre sí por el cerro del Tecolote, que es un remanente de un derrame basáltico.

La geología del terreno es básicamente ígnea extrusiva de composición basáltica preferentemente, y los sedimentos y suelos del área se derivan de éstas; en las cartas aledañas (DETENAL) también están cartografiadas algunas rocas sedimentarias como calizas, areniscas y conglomerados (ocupando una mínima parte del área), ubicadas dentro de los derrames basálticos y no asociados a ventanas estructurales o a contactos entre las rocas ígneas y el aluvión, que pudiera sugerir una estratigrafía subyacente de rocas sedimentarias como calizas, areniscas y conglomerados, que ocupan mínima parte del área).

Sin asociación a ventanas estructurales o a contactos entre las rocas ígneas y el aluvión, que pudiera sugerir una estratigrafiía subyacente de rocas sedimentarias, sino que se pueden explicacar como restos de depósitos lacustres originados en el área. La orientación y distribución de las numerosas fallas normales del área (Fig. 1) pueden sugerir que estas cuencas se encuentran en el límite W de una caldera volcánica (comunicación personal, GarcíaBárcena), donde los asentamientos escalonados son frecuentes; en la Fig. 2 se muestra a grandes pasos la formación de una caldera volcánica (tomado de Bullard 1980) y posiblemente el caso de la cuenca Zacoalco-Sayula se encuentre en la etapa de reactivación por los diferentes derrames lávicos que han cambiado las cuencas de drenaje y por la creación y modificación de los parteaguas, lo que ha generado nuevas cuencas lacustres. Estos derrames lávicos presentan a lo largo grandes fallas normales paralelas; graficando éstas a una escala constante en cuanto a longitud y orientación partiendo de un origen común, se observan claramente tres orientaciones preferentes (Fig. 3). La principal en cuanto a número y longitud de fallas, es la orientación NW entre 68° a 84° y la tercera orientación es NW de 276° y 279° . En la Fig. 1 se observa que el grupo de fallas correspondientes a la primera orientación intercepta al segundo grupo, es decir, que el derrame que forma la playa y el parteaguas norte de un sector de la laguna de Chapala, es inter

- contacto geológico
- parteaguas
- ▲ máximas elevaciones
- fallas normales
- fracturas
- ~ corrientes
- ▷ dirección de los derrames lávicos
- población
- lavas almohadas (pillowlavas)
- ar arenisca
- Igea Igneo extrusivo
- B basalto
- * depósito de "nube ardiente"

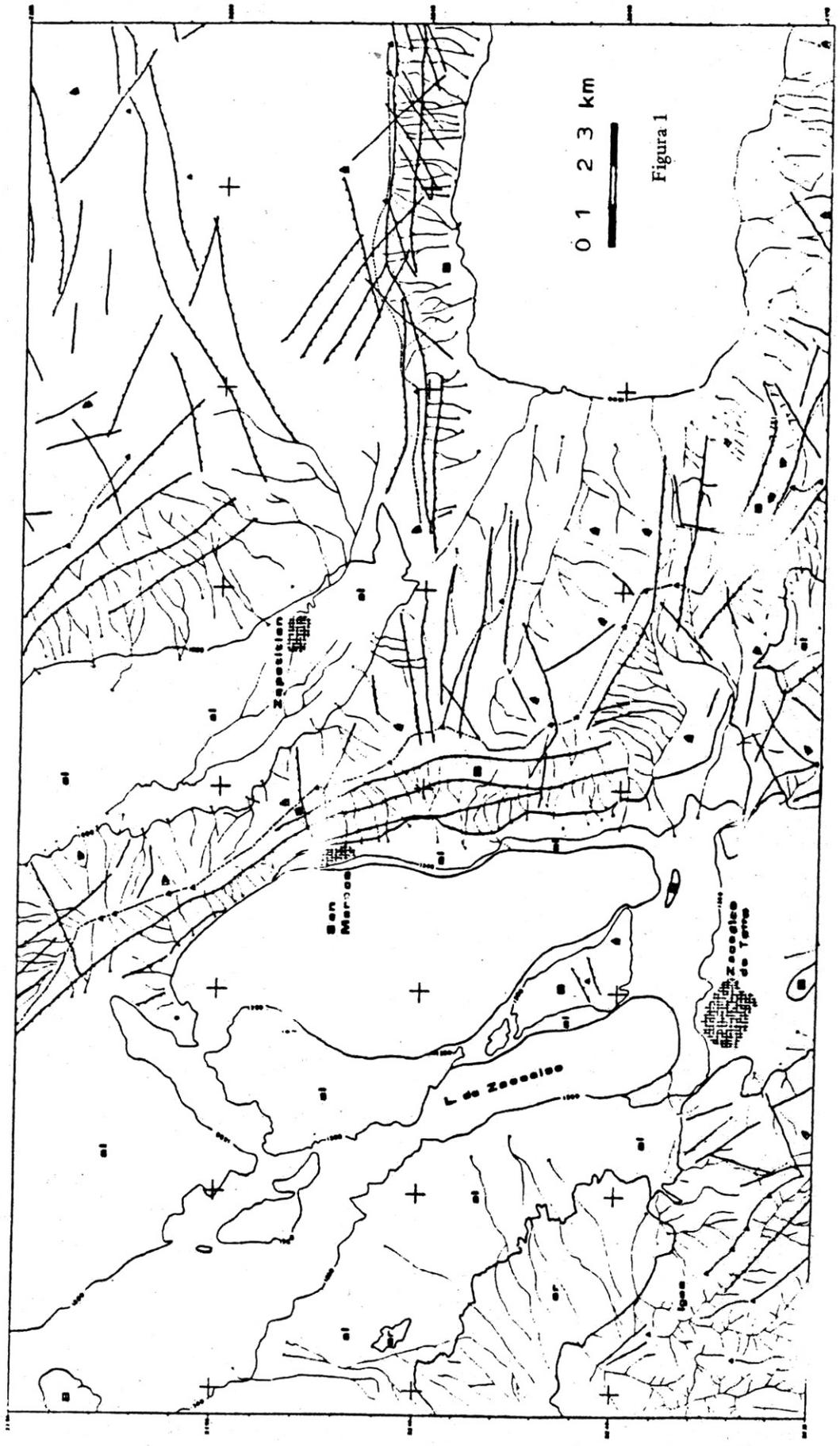


Figura 2.- FORMACION DE UNA CALDERA VOLCANICA

- a) Formación del estrato-volcán por la eyección de derrames de lava y piroclásticos.
- b) Ensanchamiento de la chimenea que comunica la cámara magmática con el exterior.
- c) Fase explosiva: aumenta la inyección de piroclásticos y se agranda y vacía la cámara magmática, produciendo un afallamiento tanto del cono como de la superficie del terreno.
- d) Asentamiento en conjunto del cono volcánico que incomunica la cámara magmática con la superficie, rellenándose con parte de la estructura original y formándose la caldera.
- e) Reactivación volcánica: nuevas comunicaciones de la cámara volcánica con la superficie que generan pequeños conos volcánicos, derrames y coladas de lava por fisura.

(tomado de Bullard 1980)

FORMACION DE UNA CALDERA VOLCANICA

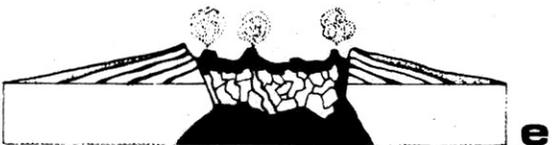
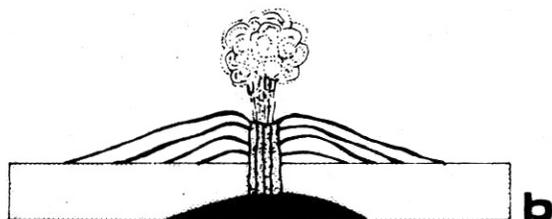
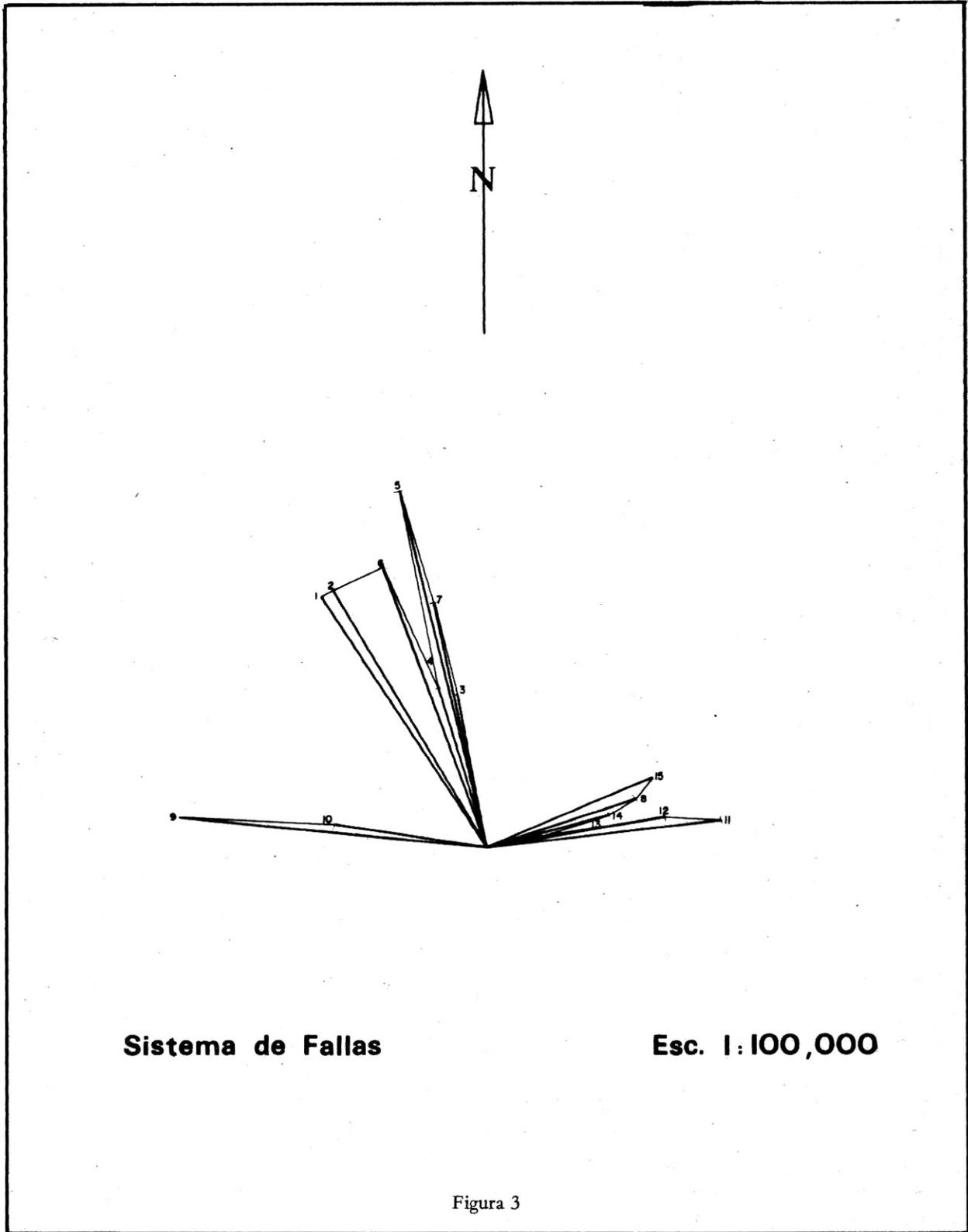


Fig. 2.



ceptado por una emisión posterior de lavas NW-SE, que formó la playa y parteaguas este de la Laguna de San Marcos, dividiendo un antiguo lago de mayores dimensiones; esta inferencia se basa en que este último derrame presenta lavas almohadillas (pillowlavas) en la cota 1500 m, es decir 150 m más alto que el nivel actual de máxima inundación de la laguna de San Marcos (este punto se localiza 1 Km al NE de la población de San Marcos), o sea que se formó en un medio acuático por lo menos hasta la cota 1500; posteriormente, las emisiones lávicas continuaron creando derrames semiestratificados con cierta regularidad (pero ya sobre el nivel del lago), elevando el parteaguas hasta una altura máxima de 2300 m. La laguna de San Marcos -Zacoalco está separada por el Cerro del Tecolote, que con base en la orientación de las fallas que presenta, creemos que es un remanente (testigo) de una antigua playa del lago de Chapala, posiblemente una especie de península, por lo que los restos de fauna fósil localizados en las playas de este cerro serían de una cronología anterior a la formación de la cuenca Zacoalco-San Marcos.

Para localización de playas fósiles hay que tomar en cuenta fundamentalmente dos procesos; erosión y deposición. Por una parte la situación estratigráfica de una playa depende de la evolución de la cuenca lacustre, pues la dinámica del agua de las transgresiones y regresiones (cambios de nivel del agua) en la evolución de un lago es fundamental para la existencia de playas de interés prehistórico; este proceso puede conocerse por medio de estudios sedimentológicos y estratigráficos, los cuales están siendo realizados por el Dr. Milton Nuñez de la Universidad de Calgary.

La otra parte importante para la localización espacial y estratigráfica de las playas fósiles es el aporte fluvial de sedimentos a los lagos, que funcionan como cuencas de depósitos locales, en algunos casos cerradas (Fig. 10).

De todos los factores que pueden conducir al análisis de los rasgos geológicos que se registran tanto en las fotografías aéreas como en las imágenes espaciales, el drenaje es uno de los de mayor importancia, o posiblemente el más importante de todos. La simple consideración de la configuración o sistema de drenaje permite verificar valiosas observaciones, desde cualquier punto de vista que se considere en el análisis, ya sea éste el geológico, el geográfico, el edafológico, el forestal, etc., por lo que resulta imperativo verificar a priori el estudio de la red hidrográfica como paso previo para entrar en los estudios específicos. La misma ausencia de drenaje constituye un dato que autoriza la formulación de conclusiones bien definidas y a veces definitivas (Guerra 1980).

El drenaje, es decir la manera en que un área dispone del agua que escurre sobre ella, se encuentra íntima y muy especialmente relacionado con otros elementos fisiográficos y geomorfológicos especialmente la erosión, y a la vez ambos factores dependen en gran medida de la naturaleza de las rocas. Existe una relación tan estrecha entre erosión y drenaje que puede calificarse indistintamente a la configuración del drenaje como diseños de la erosión.

Es lógico considerar que el escurrimiento dentro de un clima dado se comportará de una manera específica, cuando se efectúa sobre rocas de características uniformes, y que en tal caso el escurrimiento adoptará configuraciones típicas para cada clase de rocas; así, un sistema de drenaje de configuración uniforme revelará sobre el área en que se desarrolle, la existencia de un material también uniforme por lo que se refiere a su composición, posición estructural, grado de intemperismo, textura, etc., dado que la erosión fluvial es uno de los factores que más modifica el relieve terrestre y, por tanto, es el agente más efectivo en el transporte y depósito de sedimentos.

Para la localización de playas fósiles en la laguna de San --

Marcos - Sayula, se realizó un estudio de la intensidad de la erosión sobre una superficie de 2800 Km (Fig. 1) incluyendo un sector del Lago de Chapala.

El presente estudio consta, en primer término, de definir los parteaguas que limitan los sistemas de drenaje de las corrientes, - tanto de temporal como permanentes, que depositan su carga (material en suspensión y de arrastre) en las cuencas lacustres que se observan en la Fig. 1. El área limitada se dividió en unidades de 1 Km² donde se mide la longitud total de Talveg (la línea central de cauce de una corriente) con un planímetro y se multiplica por la pendiente de esa unidad, obteniendo un índice de intensidad de la erosión mensurable y, por tanto, es factible hacer comparaciones - relativas evaluando procesos similares. Para comprender la validez de este análisis es necesario definir los siguientes factores: climático, litológico, topográfico, y cubierta vegetal, que afectan el escurrimiento durante su largo trayecto de la tierra al mar; este fluye por los cauces y desarrolla un trabajo extraordinario desde las regiones elevadas, hasta las áreas bajas, donde la precipitación es la principal fuente del escurrimiento.

Clima:	Precipitación y evaporación.
Geología:	Tipo de suelo y capa rocosa permeable o impermeable.
Topografía:	Velocidad del escurrimiento (cuencas intermedias)
Plantas:	Uniformidad o no de la cubierta vegetal como demandante de agua.

De estos factores, en este estudio se manejan directamente el topográfico y el geológico, pues la litología del área de los sistemas de drenaje es constante (ígnea-extrusiva básica), consideran

do únicamente las variaciones producidas por la época del emplazamiento de los diferentes derrames como consecuencia de las reactivaciones volcánicas. El clima sobre el área de estudio se considera uniforme, y también la cubierta vegetal, pues ésta se sustenta de suelos originados a partir de una litología común, considerando las variaciones naturales por los cambios de altitud.

En la Fig. 4 se presenta la distribución gráfica de la intensidad de la erosión, elaborada con base en seis intervalos, a partir de la Fig. 1 (obtenida de las cartas Jocotepec, F-13-D-75 y Zacoalco de Torres F-13-D-85 Ja. de Detenal), en donde se observa un drenaje que podríamos llamar de tipo dentrítico incipiente, aunque con diferentes grados de desarrollo, como por ejemplo la playa SW de la Laguna de Zacoalco (en el extremo inferior izquierdo de la carta), que se encuentra más desarrollado que la playa este de la Laguna de San Marcos, lo que se debe, creemos, a las características propias de la topografía y a su diferente cronología; obviamente, bajo la misma litología y el mismo clima, entre menos desarrollado sea el drenaje, más reciente es la exposición de las rocas al intemperismo y, en este caso, más reciente es el afloramiento volcánico. En la playa este y sureste de la Laguna de Zacoalco, se ha desarrollado un aluvión y banco de arcillas, que posiblemente se formó originalmente como depósito deltáico cuando el nivel del lago tenía mayor altura; en este delta incluso ya se inicia el desarrollo típico de corrientes trenzadas, que por el proceso simultáneo de excavado y relleno producen una estratigrafía cruzada (ver glosario), lo que indica que la búsqueda de fauna pleistocénica o materiales arqueológicos, por recolecciones de superficie o practicando excavaciones en este sector, tendría pocas posibilidades de asociaciones estratigráficas precisas (contextos primarios), pues los deltas son estratigrafía horizontal más que vertical con cambios (de facie) en el ambiente de depósito.

El drenaje dentrítico se genera principalmente en rocas sedi--

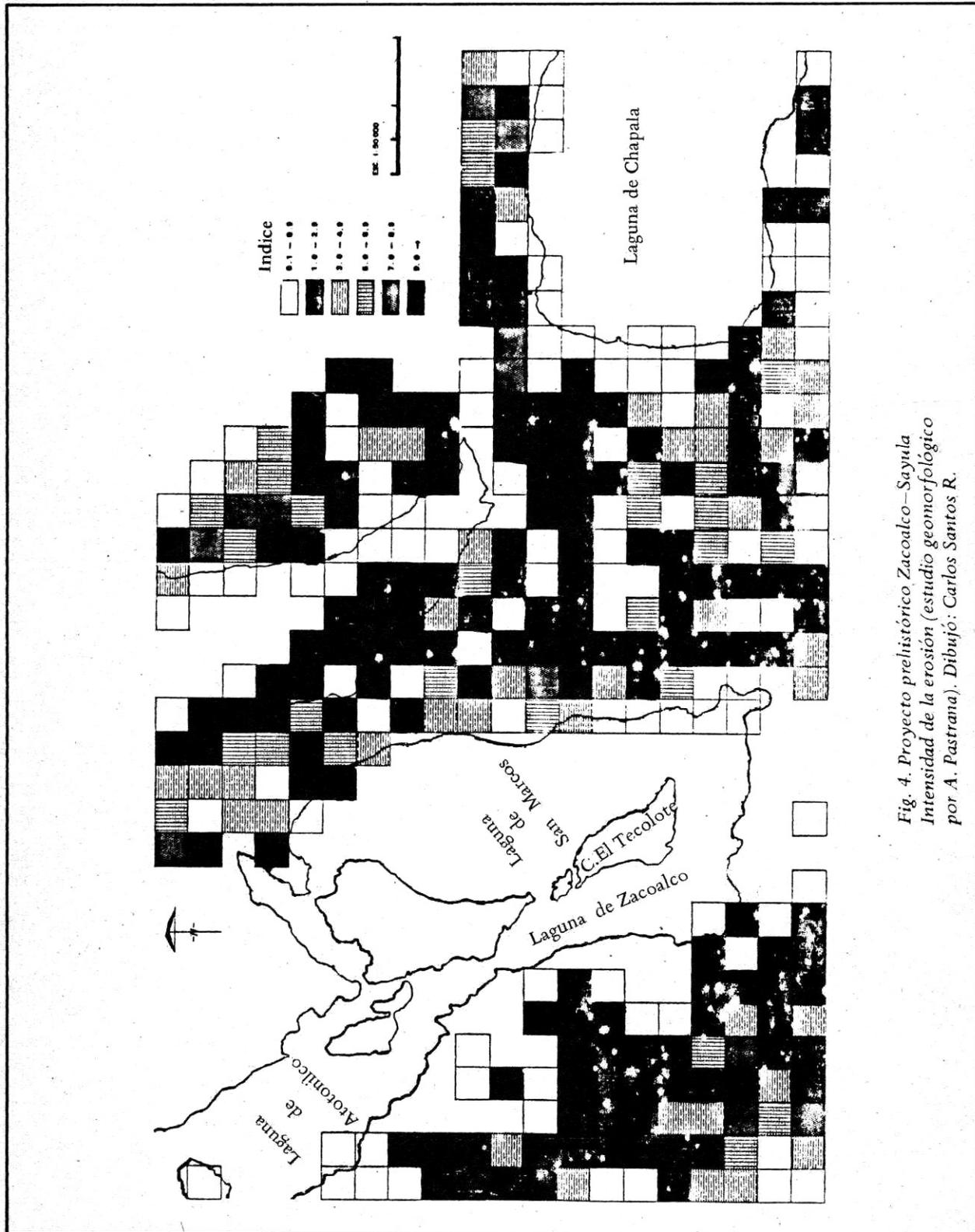


Fig. 4. Proyecto prehistórico Zacualco-Sayula
 Intensidad de la erosión (estudio geomorfológico
 por A. Pastrana). Dibujo: Carlos Santos R.

mentarias homogéneas casi horizontales, como en muchas llanuras; - también ocurre en rocas ígneas macizas. Esta configuración del drenaje, cuando se halla bien establecida, asegura una relativamente rápida erosión de las rocas homogéneas de la región, el lavado de las pendientes de un modo uniforme, la acumulación directa de los materiales en los canales de las corrientes y el continuo rebajamiento de las áreas divisorias de las corrientes (Guerra 1980).

Otro lugar donde existen las corrientes trenzadas es en el -- área de Zapotitlán, que es una antigua cuenca lacustre endorreica, donde el aporte de sedimentos en gran escala (en conjunto con - - otros factores), fue rellenando la depresión topográfica, disminuyendo el tirante de agua y aumentando la evaporación hasta azolvarla por completo (actualmente son excelentes tierras de cultivo). Este proceso está repitiéndose en la laguna de Zacoalco - San Marcos, - pues prácticamente en los meses de abril y mayo casi están secas - en su totalidad; claro que el nivel freático se encuentra a unos - 50 cm aproximadamente y con las primeras lluvias aumenta el nivel del agua rápidamente.

La playa este de la Laguna de San Marcos presenta de norte a sur un aumento en el desarrollo dentrítico del drenaje y también - de la faja de aluvión, que actualmente es muy variable por los - - constantes cambios anuales del nivel del agua, entre la temporada de lluvias y la de secas. Esta playa y el sector de la playa norte de la Laguna de Chápala, presentan características estructurales similares; claro que ésta última es anterior y presenta más desarrollado el drenaje, pero ambas tienen un afallamiento paralelo al parteaguas, que casi coincide con éste. En campo hemos observado que estas fallas normales en el plano de falla propicia por erosión diferencial la formación de abrigos rocosos, que en algunos - casos son adecuados para la ocupación prehistórica; desgraciadamente la mayoría de éstos funcionan como cauces subterráneos, pues están formados en la sección de escoria volcánica de los flujos lávi-

cos (donde la porosidad aumenta, y por tanto es la zona de mayor permeabilidad), donde fácilmente se pueden observar concreciones calcáreas, lo que implica el arrastre fluvial de cualquier material yacente en estos abrigos, que en realidad son cauces subterráneos expuestos a la intemperie por los afallamientos y agrandados por erosión diferencial; este fenómeno al parecer es característico de esta región.

Con base en el estudio de la intensidad de la erosión (Fig. 4), se realizaron gráficas comparativas de las cuencas lacustres de San Marcos - Zacoalco, Zapotitlán y Chapala; estas gráficas sintetizan la información para cada playa con el objetivo de conocer cuál de éstas recibe un aporte mayor de sedimentos, o están siendo erosionadas, procesos de los que depende la existencia y la posición estratigráfica y espacial de las playas de los lagos pleistocénicos.

En los Figs. 5, 6 y 7 se muestran las gráficas correspondientes sobre la distribución de la intensidad de la erosión para las playas de las cuencas lacustres bajo estudio; respectivamente las gráficas del primer tipo indican cómo se distribuye la intensidad de la erosión por área (que queda definida en cada caso particular entre el parteaguas y el margen del nivel del agua, que, aun cuando es variable, lo hemos fijado con una cota promedio), es decir, cuál es el comportamiento de los 6 intervalos progresivos en una superficie dada. El segundo tipo de gráfica muestra la intensidad total de la erosión, también para el área de captación de cada playa. En la Fig. 5, se muestran las gráficas de la cuenca de San Marcos-Zacoalco; la cuenca de captación de la playa W tiene una superficie de 82 Km² y un índice total de erosión de 14.5, lo que representa un 37.85% de los sedimentos que recibe esta cuenca. La playa E tiene una superficie de captación de 73 Km² y un índice de erosión de 23.8, lo que indica el 62.15% de sedimentos captados; esto significa que la playa E, a pesar de tener un área menor de capta-

PLAYA OESTE

Km ²	INTERVALOS
24	(0.1 - 0.9)
45	(1.0 - 2.9)
10	(3.0 - 4.9)
3	(5.0 - 6.9)
<u>82</u>	

PLAYA ESTE

Km ²	INTERVALOS	INDICE PROMEDIO
15	(0.1 - 0.9)	0.5
19	(1.0 - 2.9)	2
13	(3.0 - 4.9)	4
9	(5.0 - 6.9)	6
3	(7.0 - 8.9)	8
14	(9.0 -)	10
<u>73</u>		

Distribución de la intensidad de la erosión por área

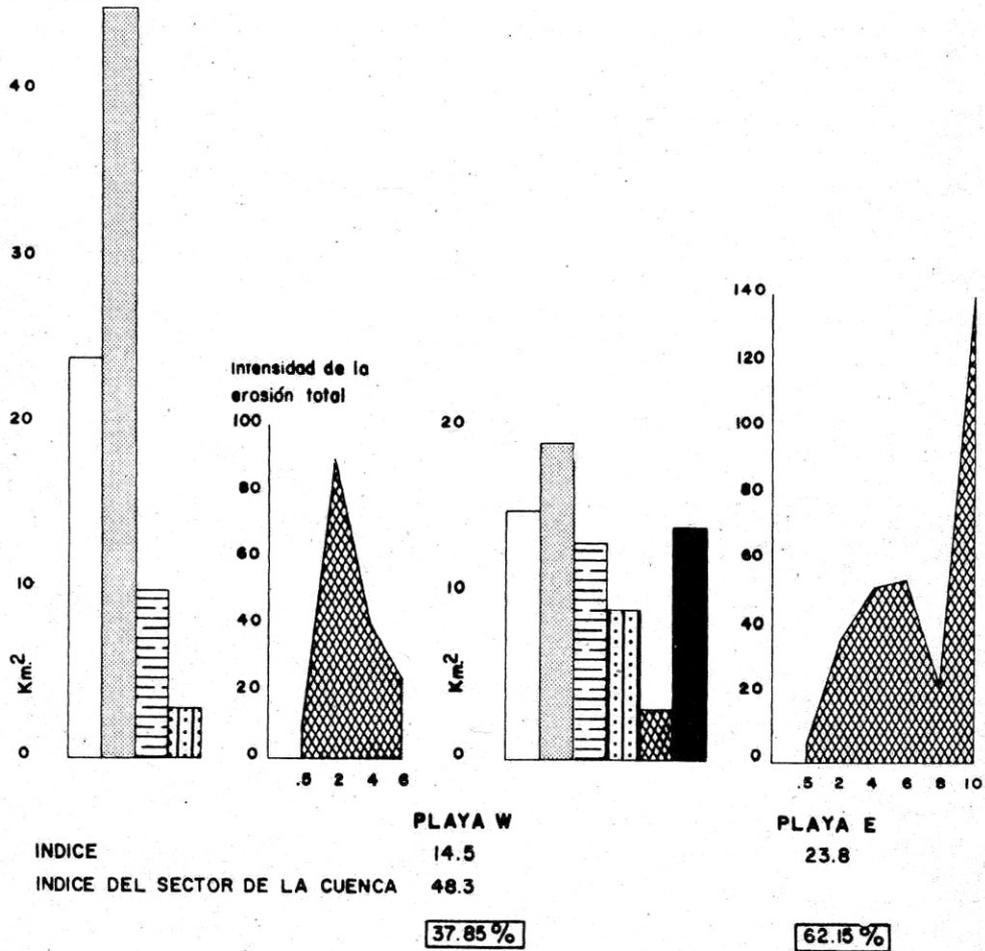


Fig. 5. Índice de erosión, Laguna de San Marcos-Zacoalco

INDICE DE EROSION LAGUNA DE ZAPOTITLAN

PLAYA OESTE

Km² INTERVALOS

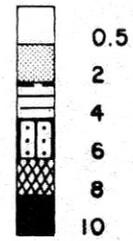
13	(0.1 - 0.9)
2P	(1.0 - 2.9)
4	(3.0 - 4.9)
4	(5.0 - 6.9)
3	(7.0 - 8.9)
<u>3</u>	(> 9.0)
47	

PLAYA ESTE

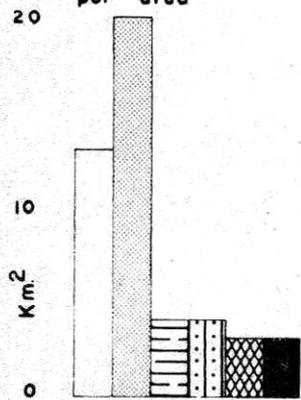
Km² INTERVALOS

10	(0.1 - 0.9)
14	(1.0 - 2.9)
7	(3.0 - 4.9)
5	(5.0 - 6.9)
1	(7.0 - 8.9)
<u>2</u>	(> 9.0)
39	

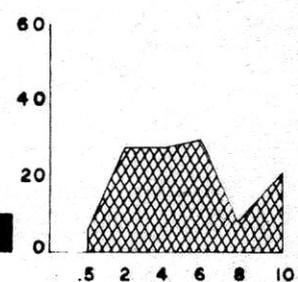
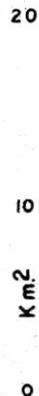
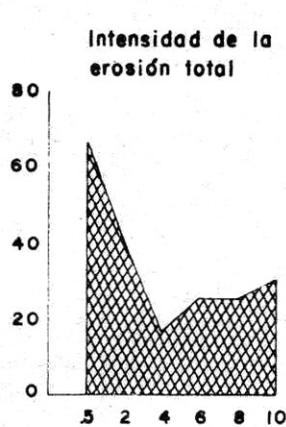
INDICE PROMEDIO



Distribución de la intensidad de la erosión por área



Intensidad de la erosión total



PLAYA W

INDICE 15.25
INDICE DEL SECTOR DE LA CUENCA 24.65

61.86%

PLAYA E

9.4

38.14%

Figura 6

INDICE DE EROSION

LAGUNA DE CHAPALA (Sección W)

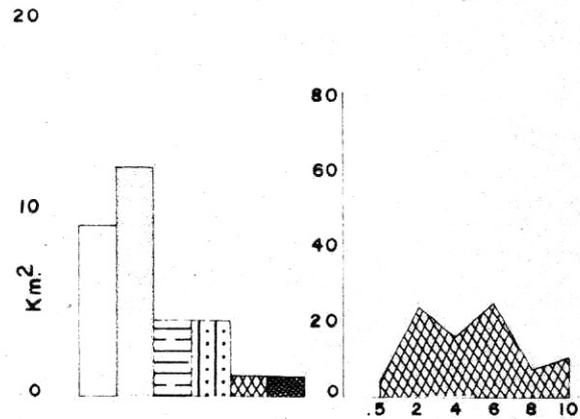
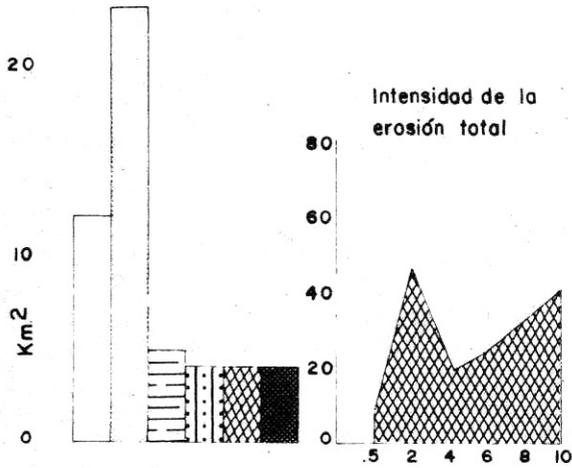
PLAYA NORTE

Km ²	INTERVALOS
14	(0.1 - 0.9)
23	(1.0 - 2.9)
5	(3.0 - 4.9)
4	(5.0 - 6.9)
4	(7.0 - 8.9)
4	(> 9.0)
<u>54</u>	

PLAYA SUR

Km ²	INTERVALOS	INDICE PROMEDIO
9	(0.1 - 0.9)	0.5
12	(1.0 - 2.9)	2
4	(3.0 - 4.9)	4
4	(5.0 - 6.9)	6
1	(7.0 - 8.9)	8
<u>1</u>	(> 9.0)	10
<u>31</u>		

Distribución de la intensidad de la erosión por área



PLAYA N

INDICE 14.5

INDICE DEL SECTOR DE LA CUENCA 22.2

65.32%

PLAYA S

INDICE 7.7

34.68%

Figura 7

ción está aportando más sedimentos y formando un aluvión con relativa rapidez, que al parecer corresponde con el planteamiento de que este parteaguas es más joven, como lo muestra su topografía en relación a la playa W que se encuentra en una etapa de madurez y la velocidad de erosión ha disminuido, ya que tiene más tiempo expuesto a la erosión; de lo anterior concluimos que, respecto a la localización de materiales prehistóricos en las playas pleistocénicas, existen más posibilidades en la playa E, pues a pesar de que actualmente el aporte de sedimentos es mayor, la acumulación no ha sido tal como para formar un delta con inicios de estratigrafía cruzada como es el caso de la playa W; dado que la playa E presenta menor intensidad de erosión en las zonas de menos pendientes, como es el área de transición entre el nivel del agua y el aluvión es factible encontrar aquí asentamientos prehistóricos. Otra característica importante para la elección de las áreas adecuadas en la playa E, es seleccionar sectores de playa entre los cauces y preferentemente protegidos por cambios topográficos bruscos (acantilados) que rompan la continuidad del avance de las aluviones (comunicación personal, García-Bárcena).

En la Fig. 6 se muestran las gráficas de intensidad de la antigua laguna de Zapotitlán, que en realidad es una cuenca lacustre azolvada, pero es contemporánea a la Laguna de San Marcos, pues -- las separa el mismo parteaguas. El área de captación que aporta sedimentos a la playa W tiene una superficie de 47 Km², y un índice de la intensidad de la erosión de 15.25. La playa E tiene una superficie de captación de 39 Km², y un índice de 9.4 lo que representa el 38.14% del total del aporte de sedimentos a esta cuenca y la playa W aporta el 61.86% restante. La cuenca de Zapotitlán presenta ya en el área de sedimentos lacustres el desarrollo inicial de un drenaje de tipo dentrítico, lo que indica la erosión de una antigua cuenca de depósito, por lo que las playas pleistocénicas de interés prehistórico en la Cuenca Zapotitlán deben permanecer sepultadas bajo el aluvión, pues en general es un proceso similar al

de la cuenca de San Marcos Zacoalco, pero en una etapa más avanzada.

Asimismo el estudio de la intensidad de la erosión abarca un sector de la laguna de Chapala para efectos de comparación (Fig. 7), dado que también presenta fauna pleistocénica y una intensidad de la erosión similar; observando las gráficas se deduce que de trabajar en la Laguna de Chapala, la playa sur presenta más posibilidades de yacimientos prehistóricos in situ, pues tiene un índice menor de erosión.

En el sector N de la Laguna de San Marcos existe una pequeña península (Fig. 1), que actualmente es una zona de extracción de materiales para construcción, en donde observamos un corte (artificial) de aproximadamente 20 m de altura, que consta de un depósito de piroclásticos muy bien clasificados (lapilli en una matriz de ceniza volcánica) originado posiblemente por una eyección de tipo nube ardiente, que sepultó repentinamente un sector de la playa de esta cuenca, por lo que proponemos como punto de interés para la próxima temporada de campo un sector donde el depósito tenga el menor espesor y definir qué nivel del lago fue el sepultado, considerando las posibilidades de practicar excavaciones en este punto. Otro sector de máximo interés son las playas actuales del Cerro del Tecolote, donde afloran unos estratos inclinados (de 7° - 120° buzando hacia este cerro); tanto en la playa E y W, la inclinación que presentan no se asocian con la deposición actual de esta laguna y proponemos que estas estratigrafías correspondan a la antigua laguna de Chapala, pues el Cerro del Tecolote es un remanente anterior a la aparición del parteaguas E de la Laguna de San Marcos; la inclinación puede explicarse posiblemente por fenómenos tectónicos locales, tal vez originados por el desarrollo de una caldera volcánica.

Todos estos planteamientos dependen en gran medida de la his-

toria de desecación de estas cuencas lacustres, por lo que en los estudios estratigráficos habría que tener especial atención con la intensidad de las transgresiones y regresiones relacionadas con cambios climáticos (Flores 1982), como los detectados en la Laguna de las Cruces, Salinas, S.L.P. (Mirambell 1982), teniendo preferencia en las playas fósiles abandonadas gradualmente, para lo que se requiere realizar un análisis de la fotografía aérea, dirigido en este sentido en las áreas propuestas anteriormente.

Resumiendo los resultados del análisis sobre intensidad de la erosión y con base en algunas consideraciones geomorfológicas sobre la evolución de las cuencas lacustres estudiadas, se desprenden las siguientes conclusiones y proposiciones:

- 1.- En la cuenca lacustre Zacoalco-San Marcos por el ~~aparte~~ de sedimentos y el desarrollo del drenaje, las playas fósiles correspondientes al pleistoceno deben buscarse en el sector E de la laguna, pues en el sector W existe el desarrollo de estratigrafía cruzada.
- 2.- Los estratos inclinados que afloran en las playas del Cerro "El Tecolote", no corresponden a sedimentos depositados por el Lago Zacoalco-San Marcos, sino a una etapa anterior a la división del Lago de Chapala; es decir que en este sector afloran, discordantemente, los sedimentos más antiguos expuestos en la cuenca bajo estudio.
- 3.- La antigua Laguna de Zapotitlán, formada simultáneamente a la de San Marcos - Zacoalco, cuenta con condiciones geológicas menos favorables que éstas para la

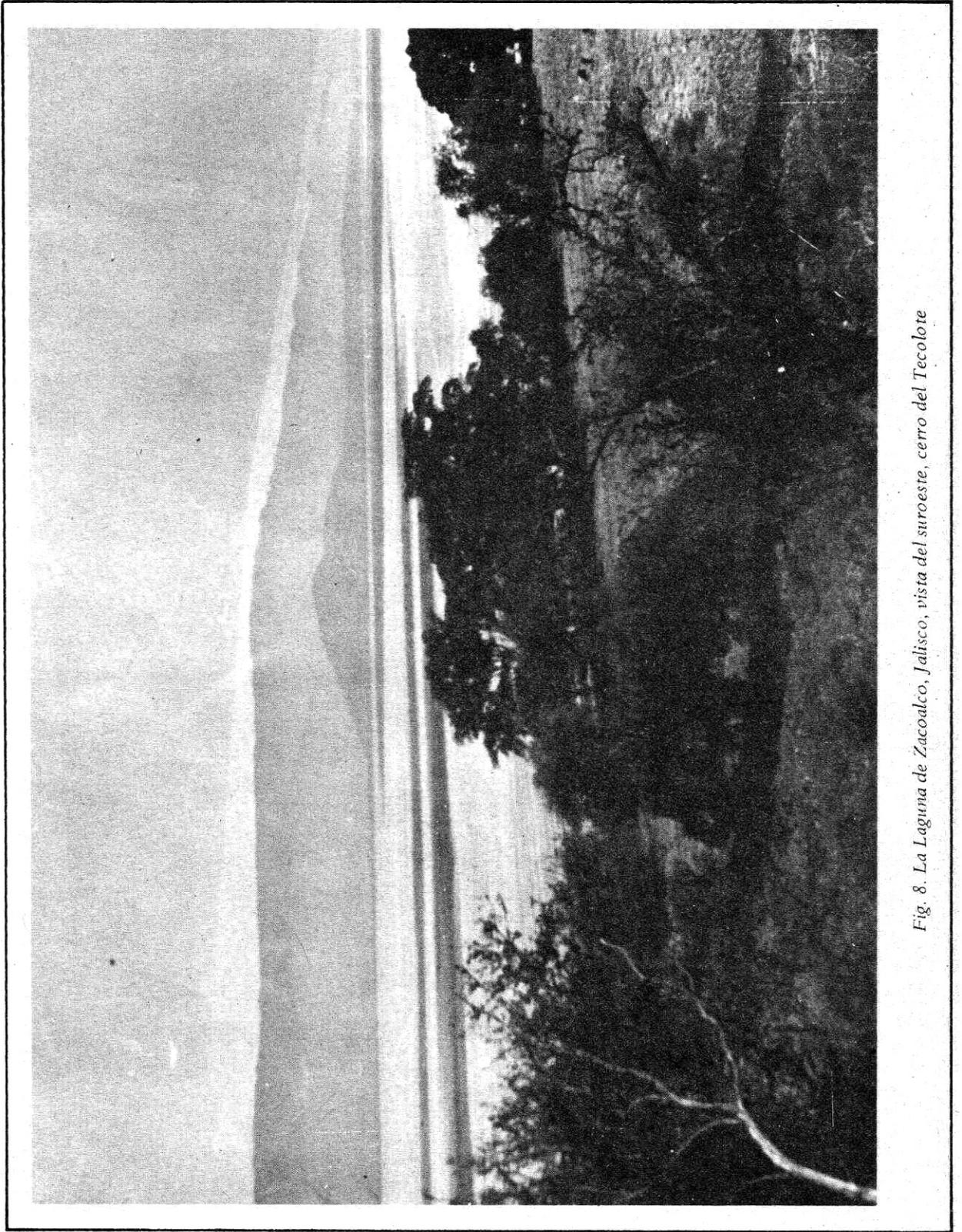


Fig. 8. La Laguna de Zacoalco, Jalisco, vista del suroeste, cerro del Tecolote

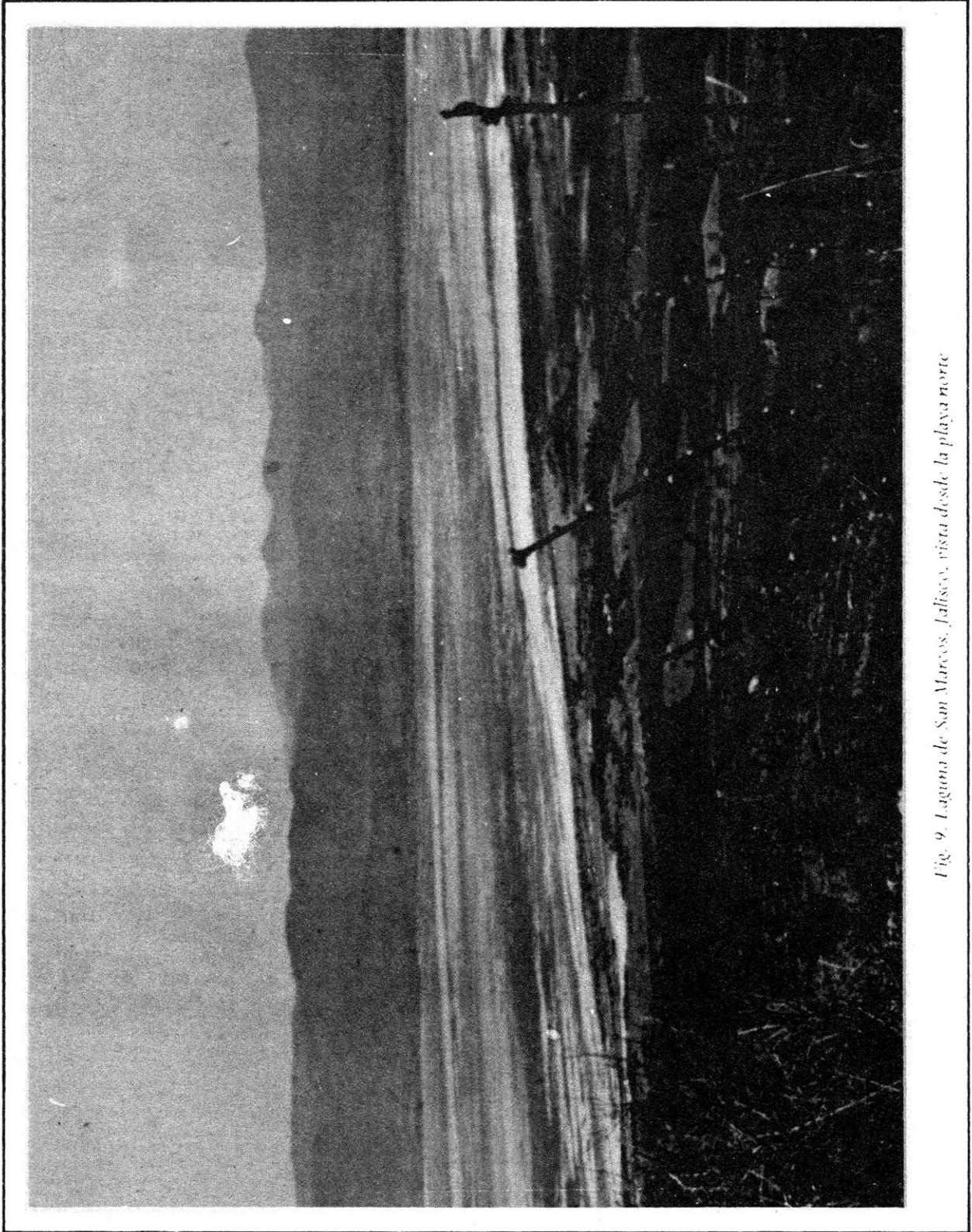


Fig. 9. Laguna de San Marcos, Jalisco, vista desde la playa norte



Fig. 10. Detalle estratigráfico: sedimentos arenosos de playa alternando con materiales piroclásticos en el sector norte de La Laguna de San Marcos

localización de yacimientos prehistóricos, por presentar el desarrollo de estratigrafía cruzada y un aporte de se d i m e n t o s relativamente mayor (en cuanto a capacidad), -- por lo que las playas con ocupación pleistocénica deben encontrarse a una profundidad considerable.

- 4.- Las posibilidades de localizar abrigos o cuevas con ocupación prehistórica en las elevaciones vecinas, inmediatas a la cueva (parteaguas), son mínimas, porque la mayo r ía presenta la circulación de agua estacionalmente, lo que provoca el acarreo de materiales.

Proposiciones:

- Realizar un estudio para la localización de playas fósiles con base en fotografía aérea.
- Continuar con estudios sobre los cambios de nivel de lago antes de elegir un área para prácticas de excavaciones arqueológicas.
- El problema de la evolución de estas cuencas lacustres debe considerarse a nivel regional, efectuando la comparación de estudios sedimentalógicos y estratigráficos.
- Es indispensable la reconstrucción de la historia de la cuenca Zacoalco - San Marcos, basándose en el fechamiento de eventos como transgresiones y regresiones, y la época de emplazamiento de los derrames volcánicos que originaron y modificaron los lagos.

GLOSARIO

- El agua circulante es la fuerza geológica más importante que actúa en la superficie terrestre.
- El material transportado por un río constituye su carga, y ésta es llevada como partículas sólidas o como compuestos disueltos. La parte sólida de la carga se subdivide en carga yacente y carga suspendida.

Nivel base de erosión: Es el nivel más bajo al que puede erosionar la superficie del terreno un sistema de drenaje.

Corriente efímera: Depende completamente de la precipitación.

Efectos de inundaciones: La capacidad de una corriente es la cantidad de material que puede transportar bajo circunstancias dadas, y la competencia es el tamaño máximo de partículas que puede mover; aumentan considerablemente en la época de inundaciones.

Cuando un río entra en un lago artificial o natural, o llega finalmente al mar, deposita su carga para formar deltas.

Abanico aluvial; cuando una corriente abandona montañas y penetra en una planicie o en un valle amplio, sufre una disminución repentina en la velocidad, lo que causa el depósito del aluvión en forma de abanico y cuando se produce en agua se llama delta, y se efectúa por la declinación abrupta de la energía. La sección transversal de un delta revela tres series de sedimentos en un orden de finido de gruesos a finos.

Todos los depósitos de un río reciben el nombre de aluvión. - El aluvión que yace en el cauce de una corriente se llama relleno de cauce, y estas acumulaciones pueden tener muchas formas que ge-

neralmente se conocen como barras fluviales; cuando una corriente está sobrecargada, el aluvión se deposita rápidamente en posiciones que constantemente se desplazan, por lo que la corriente es obligada a dividirse en canales que se entrelazan; los canales se separan y se unen, denominándose trezadas.

Los pantanos y lagos son rasgos topográficos que marcan etapas sucesivas hacia la inundación de la tierra por cuerpos de agua o pueden representar el proceso inverso, es decir, el desecado de regiones acuosas. Muchas cuencas cerradas contienen un pantano o un lago de acuerdo a la estación.

Un pantano es un área baja de humedad, de tierra empapada generalmente colmada con una masa esponjosa de vegetación, y por lo común cubierta con plantas adaptadas a ese ambiente.

Turberas: El musgo esfangíneo es el vegetal típico de las turberas y comunmente constituye el 80% de la capa inferior. Comienza a crecer en el borde de un lago y se extiende gradualmente hasta la parte media, donde muere, sufre descomposición parcial y al ser sepultado se convierte en turba (la primera etapa en la formación del carbón).

Los lagos se forman frecuentemente en cráteres y calderas de volcanes extintos, así como en muchas superficies irregulares de las corrientes de lava.

Acuífero: Es un material permeable que tiene agua en el subsuelo.

Permeabilidad: Es la capacidad de transmitir el agua subterránea, depende no solamente de la porosidad total, sino del tamaño de las comunicaciones entre sus aberturas; si éstas no están interconectadas el material es impermeable.

Porosidad: Es la proporción que ocupan huecos e intersticios en el volumen de una roca; la porosidad varía de acuerdo con el material.

Competencia: Es el tamaño máximo de partícula capaz de ser movida por una corriente.

Agradación: Proceso que implica el relleno que, por deposición (sedimentación y acumulación), sufren los rasgos del relieve, que pudiésemos considerar negativos topográficamente.

Sedimentación: Es el proceso general por el que se asienta el material que forman las rocas; se requiere una fuente de sedimentos, un medio o agente de transporte y finalmente una cuenca de depósito, en la que el material se acumula, cuando el medio o agente de transporte pierde energía para seguir desplazándolo.

Lavas con estructura de almohada: cuando la lava fluida se pone en contacto con el agua se separa en glóbulos, cada uno de los cuales forma con rapidez una película vítrea que lo rodea; estos se asientan en el fondo donde se apilatan unos sobre otros; la masa entera se solidifica y el material clástico llena los espacios intersticiales.

Litoral: Es una línea, igual a costa.

Playa: Es una superficie.

Facie: Variaciones laterales y/o verticales en una estratigrafía por cambios en el ambiente de depósito y/o suministro.

BIBLIOGRAFIA

- Bloom L., Arthur
1974
La Superficie de la Tierra.
Ed. Omega, Barcelona.
- Bullard D., Robert
1980
Volcanoes of the World.
Harper and Row Publishers,
New York.
- Ernest, G.W.
1974
Los materiales de la Tierra.
Ed. Omega, Barcelona.
- Forbis M.R. y
M. Aliphat
1982
Proyecto Piloto Cuenca Zacoalco-San Mar-
cos.
University of Calgary-Alberta Canada.
Archivo Técnico de la Dirección de Monu-
mentos Prehispánicos, INAH, México.
- Guerra Peña, Felipe
1980
Fotogeología.
UNAM, México.
- Laporte F., Leo
1974
Los Ambientes Antiguos.
Ed. Omega, Barcelona.
- Mirambell, L. (Coord.)
1982
Laguna de las Cruces, Salinas, S.L.P.
Un Sitio Paleontológico del Pleistoceno
Final.
Colección Científica Prehistoria, 128.

INAH, México.

Pearl M., Richard

1980

Geología.

C.E.C.S.A., México.

Pettijohn, Francis J.

1975

Sedimentary Rocks.

Harper and Row Publishers, New York.

Zumberg H., James

1971

Geología Elemental.

C.E.C.S.A., México.